

СОГЛАСОВАНО

**Начальник
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России**

_____ **Т.Ф. Мамлеев**
« 30 » _____ 01 2026 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Аппаратура геодезическая спутниковая EFT DC 1

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

2302-26 МП

2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки средства измерений	3
3 Метрологические и технические требования к средствам поверки	3
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
6 Требования к условиям проведения поверки	5
7 Внешний осмотр средства измерений	5
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	5
9 Проверка программного обеспечения средства измерений	7
10 Определение метрологических характеристик средства измерений	7
11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11
12 Оформление результатов поверки	14

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на аппаратуру геодезическую спутниковую EFT DC 1 (далее – аппаратура), изготавливаемую фирмой Hi-Target Surveying Instrument Co., Ltd., Китай, и устанавливает методы и средства ее первичной и периодической поверки.

1.2 Поверяемая аппаратура имеет прослеживаемость к Государственному первичному специальному эталону единицы длины ГЭТ 199-2024 по государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Росстандарта от 07.06.2024 № 1374.

1.3 Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 Перед проведением поверки аппаратуры провести внешний осмотр и операции подготовки ее к работе.

2.2 Метрологические характеристики аппаратуры, подлежащие проверке, и операции поверки приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
1 Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8		
2.1 Подготовка к поверке	8.1	да	да
2.2 Опробование	8.2	да	да
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
4 Определение метрологических характеристик средства измерений	10		
4.1 Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)»	10.1	да	да
4.2 Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) определения координат в режиме «Дифференциальные кодовые измерения»	10.2	да	да
4.3 Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) определения координат в режиме «Автономный»	10.3	да	да
4.4 Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) определения дирекционного угла	10.4	да	да
5.Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	да	да

3 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

3.1 Метрологические и технические требования, рекомендуемые средства поверки, в том числе рабочие эталоны и средства измерений, приведены в таблице 2.

Вместо указанных в таблице 2 средств поверки допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

Таблица 2

Номер пункта-методики	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
<i>Основные средства</i>		
10.1-10.4	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 07.06.2024 № 1374, предел допускаемой абсолютной погрешности измерений длины Δ от 1,5 до 300 мм	Комплекс геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИ Минобороны России» (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (рег. №) 42877-09)
10.1	Рабочий эталон 2-го разряда - имитаторы сигналов ГНСС с несколькими радиочастотными выходами в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Росстандарта от 07.06.2024 № 1374, предел допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения приращений координат (длин базисных линий) $(0,004 + 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot L)$ м, где L – измеряемое расстояние, м	Установка измерительная - имитатор сигналов прецизионный многофункциональный К2-99 (рег. № 71594-18)
<i>Вспомогательные средства</i>		
10.1, 10.2	Средства измерений приращений координат с абсолютной погрешностью измерений длины базиса (по уровню вероятности 0,95) в режиме «Статика» в плане $\pm 2 \cdot (2,5 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм, по высоте $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм, где D – измеряемое расстояние, мм	Аппаратура геодезическая спутниковая многочастотная SouthGalaxy G3 (рег. № 91121-24)
10.1 - 10.4	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от -30 °С до +65 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры ± 1 °С	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный ТСРВ-1.1 (рег. № 50256-12)
10.1 - 10.4	Средства измерений температуры воздуха в диапазоне измерений от -10 °С до +60 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,4$ °С	Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 44744-10)

3.2 Все средства поверки должны быть исправны, применяемые при поверке средства измерений и рабочие эталоны должны быть поверены и иметь свидетельства о поверке с не истекшим сроком действия на время проведения поверки или знак поверки на приборе или в документации.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки аппаратуры допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющий опыт работы с радиотехническими установками, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и

документацией по поверке и имеющий право на поверку.

5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные Приказом Минтруда России от 15.12.2020 № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок», ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-2017, и требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование. Любые подключения производить только при отключенном напряжении питания аппаратуры.

5.2 К работе с аппаратурой допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94, инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

6 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Поверку проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от -40°C до $+65^{\circ}\text{C}$ в полевых условиях;
- относительная влажность воздуха, % 65 ± 15 ;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) 100 ± 4 (750 ± 30).

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре проверить:

- отсутствие механических повреждений;
- отсутствие ослабления элементов;
- четкость фиксации их положения;
- четкость обозначений;
- чистоту и исправность разъёмов и гнезд.

7.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если отсутствуют внешние механические повреждения и неисправности, влияющие на работоспособность поверяемой аппаратуры, органы управления находятся в исправном состоянии.

7.3 Аппаратура, имеющая дефекты (механические повреждения), бракуется и направляется в ремонт.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Поверитель должен изучить РЭ поверяемой аппаратуры и используемых средств поверки.

8.1.2 Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность аппаратуры в соответствии с ЭД;
- проверить наличие действующих свидетельств о поверке средств измерений.

8.2 Опробование

8.2.1 Разместить аппаратуру на геодезическом пункте из состава комплекса геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИ Минобороны России» таким образом, чтобы осуществлялся уверенный прием радионавигационных сигналов различных ГНСС.

8.2.2 Включить аппаратуру путем подачи напряжения от внешнего источника питания.

4.2.3 Подключить ПЭВМ (либо любое устройство с возможностью подключения к точкам доступа Wi-Fi) к беспроводной локальной сети аппаратуры, используя ее Wi-Fi точку доступа, согласно РЭ.

8.2.4 Запустить на ПЭВМ браузер и в поисковой строке ввести в адресную строку

<http://192.168.20.1> для перехода в Web-интерфейс аппаратуры.

8.2.5 Пройти аутентификацию согласно РЭ.

8.2.6 После успешного входа в Web-интерфейс аппаратуры на экране отобразится главная страница Web-интерфейса (рисунок 1).

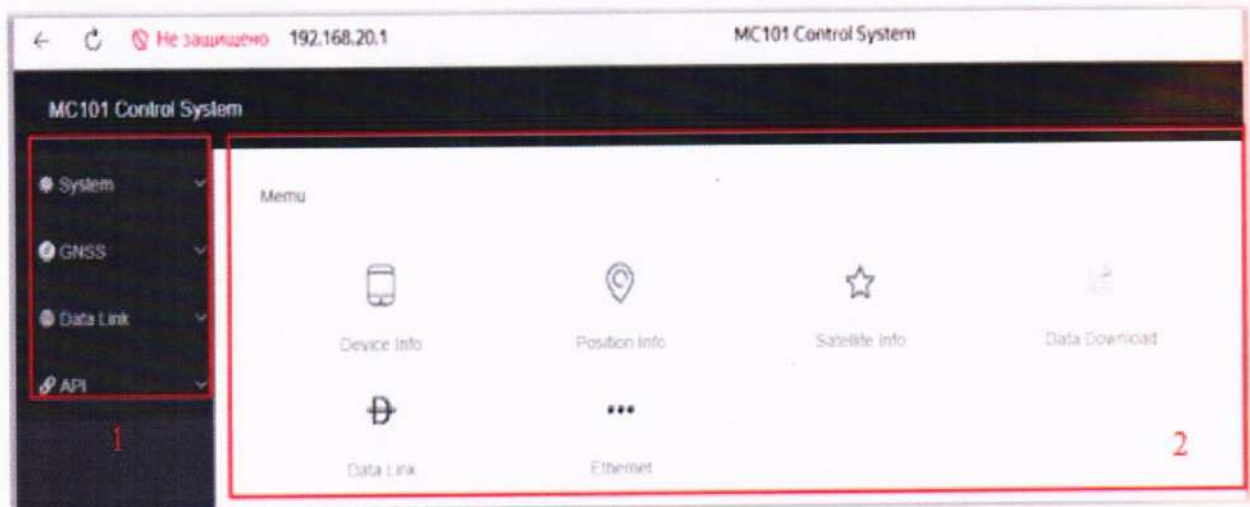


Рисунок 1 - Внешний вид главной страницы Web-интерфейс аппаратуры

8.2.7 Во вкладке «Satellite info» наблюдать прием радионавигационных сигналов НКА выбранных ГНСС (рисунки 2, 3).

Sat	PRN	Elm	Az	UHF1	UHF2	UHF3
GPS	32	20	181	40	2	0
GPS	2	20	284	40	12	0
GPS	8	47	290	40	10	0
GPS	10	11	180	40	20	0
GPS	18	18	40	40	10	0
GPS	18	20	101	40	10	0
GPS	23	49	80	40	10	0

Рисунок 2 - Внешний вид вкладки «Satellites Tracking» Web-интерфейса аппаратуры

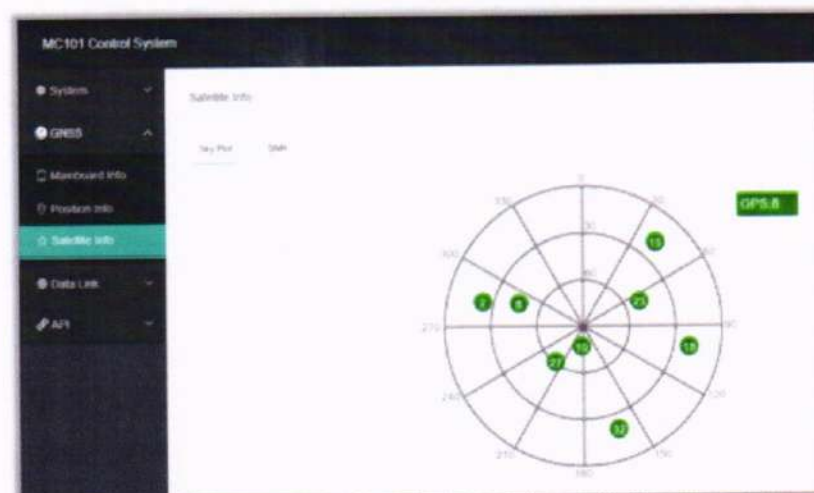


Рисунок 3 - Внешний вид вкладки «Satellite info» Web-интерфейса аппаратуры

8.2.8 Результаты опробования считать положительными, если аппаратура принимает радионавигационные сигналы НКА в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение характеристики
Принимаемые сигналы:	
- ГНСС GPS	L1, L2, L5
- ГНСС ГЛОНАСС	L1OF, L2OF
- ГНСС BEIDOU	B1I, B2I, B3I
- ГНСС GALILEO	E1, E5B

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.

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

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Web-интерфейс
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.09
Цифровой идентификатор ПО	-

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)»

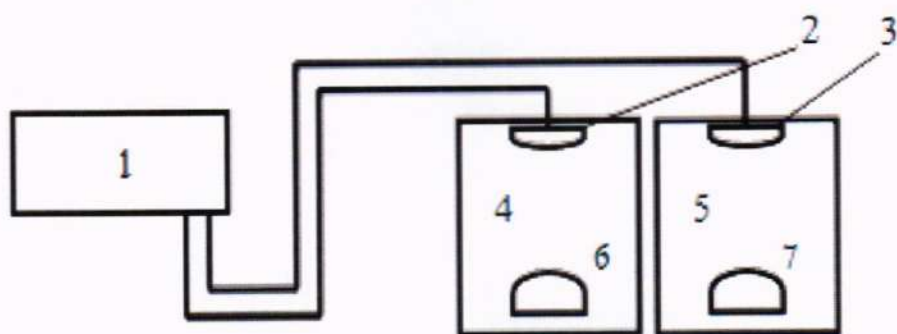
10.1.1 Для определения доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» следует выбрать базисную линию протяженностью $(100 \pm 10\%)$ м, входящую в состав комплекса геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России» (рабочий эталон 3-разряда) (далее - комплекс). В качестве базовой станции, устанавливаемой на опорном пункте комплекса для формирования фазовых поправок к измерениям псевдодальностей поверяемой аппаратуры, использовать аппаратуру геодезическую спутниковую многочастотную South Galaxy G3.

10.1.2 Разместить аппаратуру геодезическую спутниковую многочастотную South Galaxy G3 на пункт из состава комплекса, включить ее в соответствии с РЭ на нее, внести опорные координаты и настроить на выдачу фазовых поправок для реализации режима «Кинематика в реальном времени (RTK)» в аппаратуре.

10.1.3 Установить поверяемую аппаратуру на определяемый пункт, расположенный на базисной линии, провести измерения в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)», выбрав время инициализации и время наблюдений в соответствии с РЭ. Повторить измерения, указанные в данном пункте не менее 10 раз.

10.1.4 Для определения доверительных границ абсолютной погрешности измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» в диапазоне длин базисных линий до 30 км использовать установку измерительную - имитатор сигналов прецизионный multifunctional K2-99.

10.1.5 Собрать рабочее место в соответствии со схемой, представленной на рисунке 4.



- 1 – установка измерительная - имитатор сигналов прецизионный многофункциональный К2-99;
 2, 3 – переизлучающая антенна;
 4, 5 – камера экранированная ТДЦК.442259.019;
 6 - аппаратура геодезическая спутниковая многочастотная South Galaxy G3;
 7 – испытываемая аппаратура

Рисунок 4 – Схема рабочего места

10.1.6 С помощью специализированного программного обеспечения (среда создания сценария) ТДЦК.80253-01, входящего в состав установки измерительной - имитатора сигналов прецизионного многофункционального К2-99, сформировать пять сценариев для многоэлементного объекта. При этом сценарии имитации формируют радионавигационное поле для одного статического объекта (База) и одного динамического объекта (Ровер), движущегося относительно статического объекта с постоянной скоростью. Параметры сценариев имитации радионавигационного поля для вышеперечисленных длин базисных линий приведены в таблице 5.

Таблица 5

Наименование характеристики	Значение
<i>Общие параметры для всех сценариев</i>	
Формируемые спутниковые радионавигационные сигналы: ГЛОНАСС GPS GALILEO BeiDou	L1OF, L2OF L1, L2, L5 E1, E5B B1I, B2I, B3I
Количество НКА	текущая группировка
Продолжительность, с	1800
Параметры движения точки 2 (ровер - проверяемая аппаратура) относительно точки 1 (база - South Galaxy G3):	
1) стоянка в течение, с	60
движение в направлении на север:	
- скорость, м/с	0,1
- длительность, с	240
2) стоянка в течение, с	20
движение в направлении на север:	
- скорость, м/с	0,1
- длительность, с	280
3) стоянка в течение, с	20
движение в направлении на север:	
- скорость, м/с	0,1
- длительность, с	280
4) стоянка в течение, с	20
движение в направлении на север:	
- скорость, м/с	0,1

- длительность, с	280
5) стоянка в течение, с	20
движение в направлении на север:	
- скорость, м/с	0,1
- длительность, с	280
6) стоянка в течение, с	300
Дискретность формирования спутниковых радионавигационных сигналов, с	0,1
Параметры среды распространения навигационных сигналов	тропосфера присутствует ионосфера присутствует
Направление движения точки 2 (ровер)	север
<i>Для длины базисной линии 1 000 м</i>	
Координаты точки 1 (база - South Galaxy G3)	B = 60°00,0000000'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
Координаты точки 2 (ровер - поверяемая аппаратура) до начала движения	B = 60°00,5385399'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
<i>Для длины базисной линии 5 000 м</i>	
Координаты точки 1 (база - South Galaxy G3)	B = 60°00,0000000'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
Координаты точки 2 (ровер - поверяемая аппаратура) до начала движения	B = 60°02,6926920'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
<i>Для длины базисной линии 10 000 м</i>	
Координаты точки 1 (база - South Galaxy G3)	B = 60°00,0000000'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
Координаты точки 2 (ровер - поверяемая аппаратура) до начала движения	B = 60°05,3853656'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
<i>Для длины базисной линии 20 000 м</i>	
Координаты точки 1 (база - South Galaxy G3)	B = 60°00,0000000'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
Координаты точки 2 (ровер - поверяемая аппаратура) до начала движения	B = 60°10,7706575'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
<i>Для длины базисной линии 30 000 м</i>	
Координаты точки 1 (база - South Galaxy G3)	B = 60°00,0000000'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м
Координаты точки 2 (ровер - поверяемая аппаратура) до начала движения	B = 60°16,1558760'N L = 030°00,0000000'E H = 200 м

10.1.7 Провести измерения в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)», выбрав время инициализации и время наблюдений в соответствии с РЭ. Повторить измерения, указанные в данном пункте не менее 10 раз.

10.1.8 Провести обработку результатов выполненных измерений и получить приращение координат пунктов, определяющих базисные линии в метрах - $\Delta B_{\text{изм.}ij}$, $\Delta L_{\text{изм.}ij}$, $\Delta H_{\text{изм.}ij}$, где i - номер измерения, j - номер базисной линии.

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

Методика расчета доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» приведена в п.11.1.

10.2 Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) определения координат в режиме «Дифференциальные кодовые измерения»

10.2.1 Для определения доверительных границ абсолютной погрешности определения координат в режиме «Дифференциальные кодовые измерения» использовать пункты из состава комплекса геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России» (рабочий эталон 3-разряда) с известными координатами и их взаимного планового и высотного положения дополнительно к центральному пункту комплекса. В качестве базовой станции, устанавливаемой на опорном пункте комплекса для формирования кодовых поправок к измерениям псевдодальностей поверяемой аппаратуры, использовать аппаратуру геодезическую спутниковую многочастотную South Galaxy G3.

10.2.2 Разместить аппаратуру геодезическую спутниковую многочастотную South Galaxy G3 на пункт из состава комплекса, внести опорные координаты и настроить на выдачу кодовых поправок для реализации режима «Дифференциальные кодовые измерения» в аппаратуре.

10.2.3 Поверяемую аппаратуру поочередно устанавливать на выбранных пунктах комплекса. Произвести на них измерения в режиме «Дифференциальные кодовые измерения» с записью измерительной информации во внутреннюю память аппаратуры в формате NMEA-0183 в течение 1 часа на каждом пункте, выбрав время инициализации и время наблюдений в соответствии с РЭ.

10.2.4 Координаты пункта из состава комплекса геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России» при расчетах принимать в качестве опорных.

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

Методика расчета доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения» приведена в п.11.2.

10.3 Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) определения координат в режиме «Автономный»

10.3.1 Для определения доверительных границ абсолютной погрешности определения координат в режиме «Автономный» использовать пункт из состава комплекса геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России» (рабочий эталон 3-разряда) с известными координатами.

10.3.2 Поверяемую аппаратуру установить на выбранном пункте комплекса. Произвести на них измерения абсолютных значений координат без использования дополнительной внешней корректирующей информации с записью измерительной информации во внутреннюю память аппаратуры в формате NMEA-0183 в течение 1 часа на пункте, выбрав время инициализации и время наблюдений в соответствии с РЭ.

10.3.3 Выбрать измерения из полученного файла. Координаты пункта из состава комплекса геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России» при расчетах принимать в качестве опорных.

Методика расчета доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в режиме «Автономный» приведена в п.11.3.

10.4 Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) определения дирекционного угла

10.4.1 Для определения доверительных границ абсолютной погрешности определения дирекционного угла использовать пункты из состава комплекса геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России» (рабочий эталон 3-разряда) с известными координатами.

10.4.2 ГНСС-антенны испытываемой аппаратуры установить на выбранных пунктах комплекса. Произвести на них измерения дирекционного угла с записью измерительной информации во внутреннюю память аппаратуры в формате NMEA-0183 в течение 1 часа на пункте, выбрав время инициализации и время наблюдений в соответствии с РЭ.

10.4.3 Выбрать измерения из полученного файла. Углы между выбранными пунктами из состава комплекса геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России» при расчетах принимать в качестве опорных.

Методика расчета доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) определения дирекционного угла приведена в п.11.4.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Подтверждение значений доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерений длины базиса в режиме «Кинематика реального времени (RTK)»

11.1.1 Определить расстояние, полученное по j -ой линии с помощью испытываемой аппаратуры в i -ом приеме измерений между пунктами в плане по формуле:

$$S_{\text{изм.}ij} = \sqrt{\Delta B_{\text{изм.}ij}^2 + \Delta L_{\text{изм.}ij}^2}. \quad (1)$$

11.1.2 Определить систематическую составляющую погрешности измерения длины базиса в плане по формулам:

$$\Delta S_{ij} = S_{\text{изм.}ij} - S_{\text{ист.}j}, \quad (2)$$

$$dS_j = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \Delta S_{ij}, \quad (3)$$

где $S_{\text{ист.}j}$ - действительное значение длины базиса;

i - номер измерения;

N - количество измерений.

Определить систематическую составляющую погрешности измерения длины базиса по высоте по формулам:

$$\Delta H_{ij} = H_{\text{изм.}ij} - H_{\text{ист.}j}, \quad (4)$$

$$dH_j = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \Delta H_{ij}, \quad (5)$$

где $H_{\text{ист.}j}$ - действительное значение высоты;

i - номер измерения;

N - количество измерений.

11.1.11 Определить СКО случайной составляющей погрешности измерения длины базиса в плане по формуле:

$$\sigma_{S_j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta S_{ij} - dS_j)^2}{N-1}}. \quad (6)$$

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

$$\sigma_{H_j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta H_{ij} - dH_j)^2}{N-1}}. \quad (7)$$

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

$$\Pi_{S_j} = \pm (|dS_j| + 2\sigma_{S_j}) \quad (8)$$

и по высоте по формуле:

$$\Pi_{H_j} = \pm (|dH_j| + 2\sigma_{H_j}). \quad (9)$$

11.1.4 Результаты поверки считать положительными, если значения доверительных границ абсолютной погрешности измерений длин базиса при вероятности 0,95 в режиме «Кинематика реального времени (RTK)» находятся в пределах $\pm 2 \cdot (6,0 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм в плане и $\pm 2 \cdot (12 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм по высоте, где D - измеренная длина базиса в миллиметрах.

11.2 Подтверждение значений доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) определения координат в режиме «Дифференциальные кодовые измерения»

11.2.1 Рассчитать абсолютную погрешность измерения широты по формуле:

$$\Delta B(j) = B(j) - B_{ref}, \quad (10)$$

где $B(j)$ - широта, измеренная аппаратурой, градус;

B_{ref} - широта пункта из состава комплекса геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России», градус.

11.2.2 Рассчитать абсолютную погрешность измерения долготы по формуле:

$$\Delta L(j) = L(j) - L_{ref}, \quad (11)$$

где $L(j)$ - долгота, измеренная аппаратурой, градус;

L_{ref} - долгота пункта из состава комплекса геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России», градус.

11.2.3 Перевести полученные значения абсолютной погрешности измерения широты и долготы в метры по формулам:

- для широты:

$$\Delta B_j' = \frac{\Delta B(j) \cdot \pi}{180} \cdot \frac{a \cdot (1 - e^2)}{(1 - e^2 \cdot \sin^2 B_{ref})^{3/2}}, \quad (12)$$

- для долготы:

$$\Delta L_j' = \frac{\Delta L(j) \cdot \pi}{180} \cdot \frac{a \cdot \cos B_{ref}}{(1 - e^2 \cdot \sin^2 B_{ref})^{1/2}}, \quad (13)$$

где $\Delta B(j)$, $\Delta L(j)$ — абсолютная погрешность измерения широты и долготы на j -ю эпоху, градус;

a — большая полуось эллипсоида, м;

e — первый эксцентриситет эллипсоида.

11.2.4 Рассчитать математическое ожидание абсолютной погрешности измерения широты и долготы по формулам:

$$M_B = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \Delta B_j', \quad (14)$$

$$M_L = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \Delta L_j', \quad (15)$$

где N — количество измерений.

11.2.5 Рассчитать СКО абсолютной погрешности измерения широты и долготы по формулам:

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\Delta B_j' - M_B)^2}{N-1}}, \quad (16)$$

$$\sigma_L = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\Delta L_j' - M_L)^2}{N-1}}. \quad (17)$$

11.2.6 Рассчитать доверительные границы абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерения координат в плане по формуле:

$$P_{план} = \pm(\sqrt{M_B^2 + M_L^2} + 2 \cdot \sqrt{\sigma_B^2 + \sigma_L^2}). \quad (18)$$

11.2.7 Рассчитать абсолютную погрешность измерения высоты по формуле:

$$\Delta H(j) = H(j) - H_{ref}, \quad (19)$$

где $H(j)$ - высота, измеренная аппаратурой, м;

H_{ref} - высота пункта из состава комплекса геодезических базисов ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России», м.

11.2.8 Рассчитать математическое ожидание абсолютной погрешности измерения высоты по формуле:

$$M_H = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \Delta H(j). \quad (20)$$

11.2.9 Рассчитать СКО абсолютной погрешности измерения высоты по формуле:

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\Delta H(j) - M_H)^2}{N-1}}. \quad (21)$$

11.2.10 Рассчитать доверительные границы абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) измерения высоты по формуле:

$$P_H = \pm(|M_H| + 2 \cdot \sigma_H). \quad (22)$$

11.2.11 Результаты поверки считать положительными, если значения доверительных границ абсолютной погрешности определения координат в режиме «Дифференциальные кодовые измерения» при вероятности 0,95 находятся в пределах $\pm 2 (250 + 1,0 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм в плане и $\pm 2 (500 + 1,0 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм по высоте, где D - измеренная длина базиса в миллиметрах.

11.3 Подтверждение значений доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) определения координат в режиме «Автономный»

11.3.1 Вычислить доверительные границы абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) определения координат в автономном режиме по формулам (10) - (22).

11.4.2 Результаты поверки считать положительными, если значения доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) определения координат в режиме «Автономный» находятся в пределах $\pm 2 \cdot 1000$ мм в плане и $\pm 2 \cdot 1500$ мм по высоте.

11.4 Подтверждение значений доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) определения дирекционного угла

11.4.1 Определить систематическую составляющую погрешности определения дирекционного угла $\overline{d\alpha}$:

$$\Delta\alpha(j) = \alpha_{изм}(j) - \alpha_0 \quad (23)$$

$$\overline{d\alpha} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \Delta\alpha(j) \quad (24)$$

где α_0 – действительное значение угла между опорными геодезическими пунктами, град.;

$\alpha(j)$ – значение дирекционного угла α в j -й момент времени, град., измеренное испытываемой аппаратурой;

$\Delta\alpha(j)$ – абсолютная погрешность дирекционного угла α в j -й момент времени;

N – количество измерений.

11.4.2 Определить СКО случайной составляющей погрешности определения дирекционного угла σ_α :

$$\sigma_\alpha = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\Delta\alpha(j) - \overline{d\alpha})^2}{N-1}} \quad (25)$$

11.4.3 Определить доверительные границы абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) в статическом (неподвижном) режиме по реальным сигналам ГНСС:

$$P_{план} = \pm(|M_{план}| + 2 \cdot \sigma_{план}), \quad (26)$$

11.4.4 Результаты поверки считать положительными, если значение доверительных границ абсолютной погрешности (при вероятности 0,95) определения дирекционного угла находится в пределах $\pm 0,2^\circ$.

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 аппаратуры должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке, на оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

12.4 В случае отрицательных результатов поверки поверяемая аппаратура к дальнейшему применению не допускается. На нее выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

Начальник отдела
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

Научный сотрудник
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

С.Г. Серко

Д.О. Нилов