

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплексы аппаратно-программные СитиСофт (далее – комплексы, поверяемое средство) и устанавливает объем и методы первичной и периодических поверок.

1.2 При проведении поверки обеспечена прослеживаемость к ГЭТ 1-2022 по государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360, ГЭТ 218-2022 по государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Росстандарта от 07.06.2024 № 1374.

1.3 Для определения метрологических характеристик поверяемого комплекса используется метод непосредственного сравнения результата измерения поверяемого комплекса со значением, определенным эталоном.

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

Таблица 1 – Подтверждаемые метрологические требования комплексов

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности формирования шкалы времени относительно национальной шкалы времени UTC (SU) в режиме синхронизации ГНСС ГЛОНАСС, с	±2
Диапазон измерений интервалов времени, с	от 5 до 86400
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений интервалов времени, с	±4
Доверительные границы допускаемой абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения комплексов в плане при геометрическом факторе PDOP не более 3 (рабочий диапазон скоростей от 0 до 80 км/ч), м*	±5
* - при одновременном использовании сигналов глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS	

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - Операции проведения поверки

Наименование операций	Номер пункта методики	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			
- определение абсолютной погрешности формирования шкалы времени относительно национальной шкалы времени UTC (SU) в режиме синхронизации ГНСС ГЛОНАСС	10.1	да	да

Наименование операций	Номер пункта методики	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
- определение абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения комплексов в плане при геометрическом факторе PDOP не более 3 (рабочий диапазон скоростей от 0 до 80 км/ч)	10.2	да	да
- определение абсолютной погрешности измерений интервалов времени	10.3	да	да
Оформление результатов поверки	11	да	да

2.2 Первичная и периодическая поверка комплексов проводится в полном объеме.

2.3 При получении отрицательных результатов поверки по любому пункту таблицы 2, поверка прекращается и комплекс признаётся непригодным к применению.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Средства поверки комплекса должны быть подготовлены к работе в соответствии с руководствами по эксплуатации.

3.2 Условия проведения поверки должны соответствовать требованиям эксплуатационной документации поверяемого средства измерений, требованиям правил содержания и применения применяемых для поверки эталонов и требованиям эксплуатационных документов применяемых для поверки средств измерений и вспомогательных технических средств.

3.3 Поверка производится аккредитованными организациями в установленном порядке.

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 радиотехнических средств измерений и изучившие настоящую методику, документацию на комплекс 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
1	2	3
п. 10 Определение метрологических характеристик	Средства измерений, применяемые в качестве рабочих эталонов 5-ого разряда по ГПС для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360, с абсолютной погрешностью синхронизации шкалы времени выходного сигнала частотой 1 Гц	Источники первичного точного времени УКУС-ПИ 02ДМ, рег. № 60738-15

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
	(1 PPS) относительно шкалы времени UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS не более $\pm 0,6$ с; Средства измерений, применяемые в качестве рабочих эталонов 1-го разряда по ГПС для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Росстандарта от 07.06.2024 № 1374, абсолютная погрешность определения координат не более 2,5 м	Комплекс эталонный формирования и измерения радионавигационных параметров ЭФИР, рег. № 82567-21
Вспомогательные средства поверки		
п. 3 Контроль условий поверки п. 10 Определение метрологических характеристик	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -20 до $+50$ °С, абсолютная погрешность не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 0 до 90 % с погрешностью не более 2 %; Индикатор времени с точностью отображения времени до 1 мс; Компьютер (далее - ПК)	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 15500-12 Индикатор времени «ИВ-1» Переносной компьютер типа «Ноутбук»
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в графе 2 таблицы.		

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.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре комплекса установить:

- комплектность средства измерений и наличие маркировки (заводской номер, тип, изготовитель, дата изготовления) путём сличения с ЭД на средство измерений, наличие поясняющих надписей;
- соответствие внешнего вида частей комплекса описанию типа, размещенному в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений;
- целостность разъемов и внешних соединительных кабелей;

- отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики.

7.2 Результаты поверки по разделу 7 считать положительными, если результаты внешнего осмотра удовлетворяют п. 7.1.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовить комплекс к работе в соответствии с Руководством по эксплуатации (далее - РЭ).

8.2 Проверить включение электропитания комплекса. Включить и выполнить операции по запуску программного обеспечения комплекса согласно РЭ. Убедиться в готовности комплекса к проведению измерений.

8.3 Убедиться, что в интерфейсе ПО комплекса выводятся результаты:

- наименование и обозначение типа комплекса;
- заводской номер комплекса;
- значения даты и времени;
- значение координат комплекса.

8.4 Результаты поверки по разделу 8 считать положительными, если комплекс удовлетворяет выше перечисленным требованиям. При получении отрицательных результатов дальнейшее проведение поверки прекращают.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Используя интерфейс программного обеспечения (далее – ПО) получить идентификационные данные (признаки) ПО.

Результаты поверки по разделу 9 считать положительными, если идентификационные данные (признаки) ПО соответствуют приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	videoscope.apk
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 7.8.0
Цифровой идентификатор ПО	-

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение абсолютной погрешности формирования шкалы времени относительно национальной шкалы времени UTC (SU) в режиме синхронизации ГНСС ГЛОНАСС

10.1.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 1. Для этого сетевым кабелем (из комплекта индикатора времени «ИВ-1») соединить выход «SIRF» на источнике первичном точного времени УКУС-ПИ 02ДМ (далее - УКУС-ПИ 02ДМ) с соответствующим входом на индикаторе времени «ИВ-1». Коаксиальным кабелем (из комплекта индикатора времени «ИВ-1») соединить выход «1 PPS» на УКУС-ПИ 02ДМ с соответствующим входом на индикаторе времени «ИВ-1». Подключить питание к УКУС-ПИ 02ДМ, индикатору времени «ИВ-1». Включить комплекс.



Рисунок 1 – Схема проведения измерений

10.1.2 Обеспечить максимальную радиовидимость сигналов навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС в небесной полусфере. В соответствии с ЭД на комплекс и УКУС-ПИ 02ДМ подготовить их к работе. Убедиться в том, что комплекс и УКУС-ПИ 02ДМ синхронизированы со шкалой UTC(SU) (в ПО комплекса отображается время и все светодиодные индикаторы на УКУС-ПИ 02ДМ светятся зеленым цветом).

10.1.3 В течение 5 минут сделать комплексом не менее 3 фотографий индикатора времени «ИВ-1».

10.1.4 Для каждой из фотографий сравнить значение времени T_k , наложенного комплексом на кадр и значение национальной шкалой времени UTC(SU) T_3 (времени, отображенного на «ИВ-1»). Определить значение абсолютной погрешности формирования шкалы времени относительно национальной шкалы времени UTC (SU) в режиме синхронизации ГНСС ГЛОНАСС как разницу между этими значениями по формуле (с учетом поясного времени):

$$\Delta T = T_k - T_3$$

10.1.5 Результаты поверки по п. 10.1 считать положительными, если, для каждого результата измерений, значения абсолютной погрешности формирования шкалы времени относительно национальной шкалы времени UTC (SU) в режиме синхронизации ГНСС ГЛОНАСС находятся в пределах ± 2 с.

10.2 Определение абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения комплексов в плане при геометрическом факторе PDOP не более 3 (рабочий диапазон скоростей от 0 до 80 км/ч)

10.2.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 2. Для этого разместить комплекс в экранированной от сигналов ГНСС (безэховой) камере. В соответствии с руководством по эксплуатации подготовить комплекс и имитатор сигналов ГНСС из состава рабочего эталона единиц координат местоположения 1 разряда. Подключить питание к имитатору сигналов ГНСС (на схеме не показано) и включить комплекс.

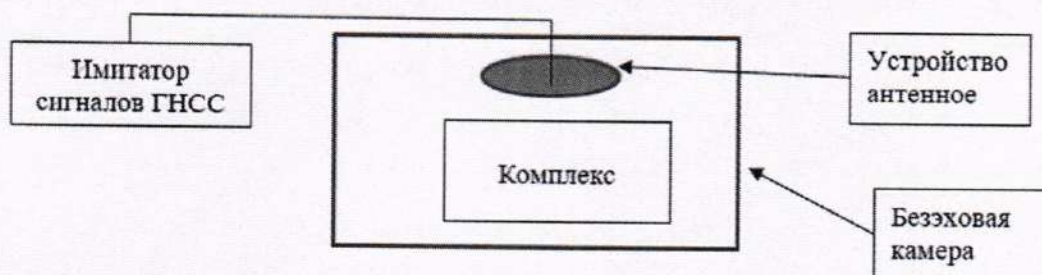


Рисунок 2 – Схема проведения измерений

10.2.2 Подготовить и запустить сценарий имитации с параметрами, приведенными в таблице 5, в соответствии с руководством по эксплуатации на имитатор сигналов ГНСС.

Таблица 5 – Сценарий имитации

Наименование параметра	Значение параметра
Формируемые спутниковые навигационные сигналы	ГЛОНАСС в частотном диапазоне L1 (код СТ), GPS в частотном диапазоне L1 (код C/A)
Время начала воспроизведения сценария	начало дня в шкале времени UTC
Продолжительность, мин	15
Количество НКА ГЛОНАСС, GPS	текущая группировка
Дискретность записи в файл формируемой траектории движения, с	1
Формируемые сигналы функциональных дополнений	нет
Параметры среды распространения навигационных сигналов	тропосфера присутствует, модель stanag ионосфера присутствует, модель весна
Модель движения объекта	движение по окружности с параметрами: - центр: а) широта 56°00'00" N б) долгота 37°00'00" E в) высота 200 м
Модель движения объекта	- радиус 5000 м
Скорость движения, км/ч	80

10.2.3 Начать запись измерений комплекса.

10.2.4 Выбрать из файла измерений комплекса строки \$**RMC и \$**GGA на эпоху с пространственным геометрическим фактором ухудшения точности PDOP не более 3, указанным в строке \$**GSA.

10.2.5 Из записанного файла с измерениями выбрать измерения координат местоположения (сообщения \$**GGA или \$**RMC) по широте и долготе на общем интервале времени с измерениями из протокола сценария имитатора сигналов ГНСС и PDOP ≤ 3 (сообщения NMEA \$**GSA).

10.2.6 Рассчитать абсолютную погрешность измерения долготы по формуле:

$$\Delta L_i = L_i - L_{ref}$$

где L_i — широта, измеренная испытываемым средством, °;

L_{ref} — широта, измеренная средством измерений, применяемым в качестве эталона, °.

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

$$\Delta B'_i = \frac{\Delta B_i \cdot \pi}{180} \cdot \frac{a \cdot (1 - e^2)}{\sqrt{(1 - e^2 \cdot \sin^2 B_{ref})^3}};$$

$$\Delta L'_i = \frac{\Delta L_i \cdot \pi}{180} \cdot \frac{a \cdot \cos B_{ref}}{\sqrt{1 - e^2 \cdot \sin^2 B_{ref}}},$$

где $\Delta B_i, \Delta L_i$ — абсолютная погрешность измерения широты и долготы на i -ю эпоху, °;
 a — большая полуось общеземного эллипсоида, м;
 e — эксцентриситет общеземного эллипсоида.

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

$$M_B = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \Delta B'_i;$$

$$M_L = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \Delta L'_i,$$

где N — количество измерений.

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

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta B'_i - M_B)^2}{N-1}};$$

$$\sigma_L = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta L'_i - M_L)^2}{N-1}}.$$

10.2.10 Рассчитать для комплексов значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерения координат в плане по формуле:

$$\Pi = \pm \left(\sqrt{M_B^2 + M_L^2} + 2 \cdot \sqrt{\sigma_B^2 + \sigma_L^2} \right)$$

10.2.11 Результаты поверки по п. 10.2 считать положительными, если значения абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения комплексов в плане при геометрическом факторе PDOP не более 3 (рабочий диапазон скоростей от 0 до 80 км/ч) находится в пределах ± 5 м.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений интервалов времени

10.3.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 1.

10.3.2 Обеспечить максимальную радиовидимость сигналов навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС в небесной полусфере. В соответствии с ЭД на комплекс и УКУС-ПИ 02ДМ подготовить их к работе. Убедиться в том, что комплекс и УКУС-ПИ 02ДМ синхронизированы с национальной шкалой времени UTC(SU).

10.3.3 С помощью ПО комплекса сделать фотографию индикатора времени «ИВ-1» (фото 1). Через интервал времени примерно равный 5 с (время контролировать по «ИВ-1») сделать еще одну фотографию индикатора времени «ИВ-1» (фото 2).

10.3.4 Рассчитать значение интервала времени, полученного с помощью УКУС-ПИ 02ДМ по формуле:

$$T_{\text{эт}} = T_{\text{ф2}} - T_{\text{ф1}},$$

где $T_{\text{ф1}}$ – значение времени, отображаемого индикатором времени «ИВ-1» на фото 1, с;
 $T_{\text{ф2}}$ – значение времени, отображаемого индикатором времени «ИВ-1» на фото 2, с.

10.3.5 Определить абсолютную погрешность измерений интервалов времени ΔT по формуле:

$$\Delta T = T_{\text{эт}} - T_{\text{к}},$$

где $T_{\text{эт}}$ – значение интервала времени, полученного с помощью УКУС-ПИ 02ДМ, с;
 $T_{\text{к}}$ – значение интервала времени, полученного с помощью комплекса, с.

10.3.6 Повторить операции по пп. 10.3.3 - 10.3.5 для значения интервалов времени $T_{\text{эт}} - 300, 900$ с.

10.3.7 Результаты поверки по п. 10.3 считать положительными, если для всех измерений значения абсолютной погрешности измерений интервалов времени находятся в пределах ± 4 с.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

11.2 Результаты поверки оформить по установленной форме.

Начальник НИО-6
ФГУП «ВНИИФТРИ»



В.И. Добровольский