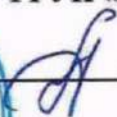


СОГЛАСОВАНО
Первый заместитель
генерального директора –
заместитель по научной работе
ФГУП «ВНИИФТРИ»



 - **А.Н. Щипунов**

« 03 » 04 2025 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Детекторы транспорта HWK-IF

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 651-25-001

г.п. Менделеево
2025 г.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на детекторы транспорта HWK-IF (далее – детекторы, 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 детектора используется метод непосредственного сравнения результата измерения поверяемого детектора со значением, определенным эталоном.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблицах 1, 2.

Таблица 1 - Подтверждаемые метрологические требования детекторов модификации HWK-IF-1

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени детектора с национальной шкалой времени UTC(SU), мкс	± 1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности присвоения временной метки видеокадру, мс	± 50
Доверительные границы абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения детектора в плане*, м	± 5
Диапазон измерений интервалов времени, с	от 5 до 86400
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений интервалов времени, с	± 1
* - метрологическая характеристика нормирована для значений геометрического фактора PDOP расположения спутников GPS и ГЛОНАСС, сигналы которых принимаются одновременно, не превышающих 3	

Таблица 2 - Подтверждаемые метрологические требования детекторов модификации HWK-IF-2

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени детектора с национальной шкалой времени UTC(SU), мкс	± 1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности присвоения временной метки видеокадру, мс	± 50
Диапазон измерений интервалов времени, с	от 5 до 86400
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений интервалов времени, с	± 1

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 3.

Таблица 3 - 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 присвоения временной метки видеокадру	10.1	да	да
- определение абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени детектора с национальной шкалой времени UTC(SU)	10.2	да	да
- определение абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения детектора в плане	10.3	да	да
- определение диапазона и абсолютной погрешности измерений интервалов времени	10.4	да	да
Оформление результатов поверки	11	да	да

2.2 Не допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин.

2.3 Операции поверки по пункту 10.3 проводятся только для детекторов модификации HWK-IF-1.

2.3 Первичная и периодическая поверка детекторов может проводиться как в лабораторных условиях, так и по месту эксплуатации прибора.

2.4 При получении отрицательных результатов поверки по любому пункту таблицы 3, поверка прекращается и детектор признаётся непригодным к применению.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Средства поверки детектора 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 детектор 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 4.

Таблица 4 – 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 (1 PPS) относительно шкалы времени UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS не более ± 15 мс; Средства измерений временных интервалов, диапазон измерений интервала времени от 100 нс до 86400 с, с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,3$ мкс; Средства измерений времени и частоты, с абсолютной погрешностью синхронизации шкалы времени выходного сигнала частотой 1 Гц (1 PPS) относительно шкалы времени UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS не более $\pm 0,3$ мкс; 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;	Источники первичного точного времени УКУС-ПИ 02ДМ, рег. № 60738-15 Частотомеры универсальные CNT-91, рег. № 41567-09 Аппаратура геодезическая спутниковая NV-08C-RTK-M, рег. № 75078-19 Комплекс эталонный формирования и измерения радионавигационных параметров ЭФИР, рег. № 82567-21

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
	Средства измерений единиц временных интервалов в диапазоне до 1 ч, с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,3$ с	Секундомер электронный «Интеграл С-01», рег. № 44154-16
Вспомогательные средства поверки		
п. 3 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -50 до +60 °С, абсолютная погрешность не более 1 °С;	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 15500-12
п. 10 Определение метрологических характеристик	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 0 до 95 % с погрешностью не более 2 %; Индикатор времени с точностью отображения времени до 0,1 с; Компьютер (далее - ПК) Средство измерений расстояний в диапазоне 5-15 см с погрешностью не более 0,1 см	Индикатор времени «ИВ-1» Переносной компьютер типа «Ноутбук» Линейка измерительная металлическая ГОСТ427-75
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 детектора установить:

- комплектность средства измерений и наличие маркировки (заводской номер, тип, изготовитель, дата изготовления) путём сличения с ЭД на средство измерений, наличие поясняющих надписей;
- целостность пломб, 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 детектор к работе в соответствии с Руководством по эксплуатации (далее - РЭ).

8.2 Проверить включение электропитания детектора. Включить и выполнить операции по запуску программного обеспечения детектора согласно РЭ.

8.3 Убедиться, что в интерфейсе ПО детектора отображается информация о синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS, а также выводятся результаты:

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

8.4 Результаты поверки по разделу 8 считать положительными, если детектор удовлетворяет вышеперечисленным 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 5.

Таблица 5 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	СПО «Ястреб НВК»
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 4.0.26
Цифровой идентификатор ПО	-

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

10.1 Определение абсолютной погрешности присвоения временной метки видеокадру

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 первичного 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». Сетевым кабелем (из комплекта детектора) соединить выход детектора RJ-45 с соответствующим входом на ПК. Подключить питание к УКУС-ПИ 02ДМ, индикатору времени «ИВ-1» и детектору.



Рисунок 1 – Схема проведения измерений

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

10.1.3 В течение 5 минут камерами детектора сделать не менее 5 фотографий индикатора времени «ИБ-1».

10.1.4 Для каждой из фотографий сравнить значение времени $T_{\text{фк}}$, наложенного детектором на кадр и значение национальной шкалой времени UTC(SU) T_z (времени, отображенного на «ИБ-1»). Определить значение ΔT как разницу между этими значениями по формуле (с учетом поясного времени):

$$\Delta T = T_{\text{фк}} - T_z$$

10.1.5 Результаты поверки по п. 10.1 считать положительными, если, для каждого результата измерений, значения абсолютной погрешности присвоения временной метки видеокадру находятся в пределах $\pm 50\text{ мс}$.

10.2 Определение абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени детектора с национальной шкалой времени UTC(SU)

10.2.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 2.

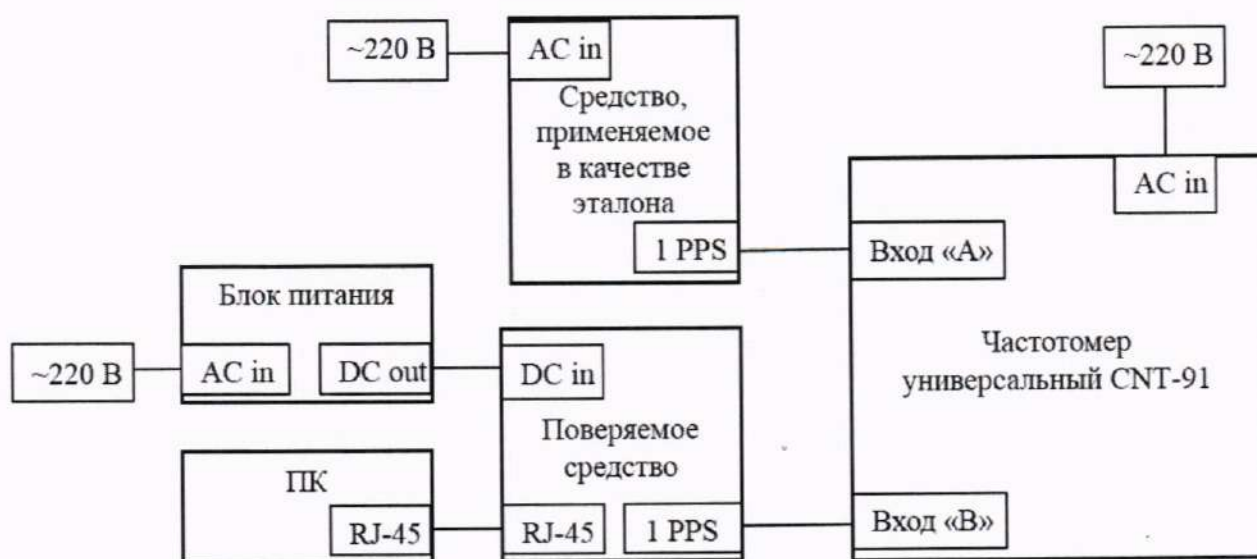


Рисунок 2 – Схема проведения испытаний

10.2.2 Провести подготовку детектора к работе, согласно руководству по их эксплуатации.

10.2.3 Обеспечить максимальную радиовидимость сигналов навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС в небесной полусфере. В соответствии с эксплуатационной документацией на средство измерений, применяемое в качестве эталона (далее – эталон времени) подготовить его к работе. Убедиться в том, что детектор и эталон времени готовы к выполнению измерений. Подключить выходы 1 Гц (1PPS) эталона времени и детектора к входам частотомера «А» и «В» соответственно. Настроить частотомер на: измерение интервалов времени по передним фронтам импульсных сигналов; уровень срабатывания по входу «А» – 1,0 В, по входу «В» – 0,5 от амплитуды (или 0,2 В); входное сопротивление 1 МОм, тип сигнала DC, количество измерений не менее $N=1000$, установить Smart измерения (в случае наступления события на входе «В» ранее, чем на входе «А», результату измерений присвоит знак минус).

10.2.4 По истечении 1000 измерений (~17 мин, количество измерений отображается на частотомере и должно быть не менее 1000) на частотомере зафиксировать максимальное и минимальное значения измеряемого интервала времени (абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени детектора с национальной шкалой времени UTC(SU)).

10.2.5 Результаты поверки по п. 10.2 считать положительными, если, для каждого результата измерений, значения абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени детектора с национальной шкалой времени UTC(SU) находятся в пределах ± 1 мкс.

10.3 Определение абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения детектора в плане

Поверка проводится только для детектора модификации HWK-IF-1.

10.3.1 С помощью средства измерений, применяемого в качестве эталона, определить действительные значения широты В и долготы L координат размещения поверяемого средства.

10.3.2 Включить детектор согласно РЭ.

10.3.3 Осуществить запись не менее 1000 NMEA сообщений с частотой 1 Гц для испытываемого детектора.

10.3.4 Из записанных файлов с измерениями выбрать измерения координат местоположения (сообщения ****GGA** или ****RMC**) по широте и долготе со значениями геометрического фактора $PDOP \leq 3$ (сообщения NMEA ****GSA**).

10.3.5 Выполнить преобразование данных измерений из строк ****RMC** и ****GGA** в формат, описанный в таблице 6.

Таблица 6 – Формат файла измерений

Тип данных	Формат
Время	время от начала дня в шкале времени UTC, с
Широта	градусы, XX.XXXXXX°
Долгота	градусы, XX.XXXXXX°
Высота	над эллипсоидом, м

10.3.6 Рассчитать абсолютную погрешность измерения широты по формуле:

$$\Delta B_i = B_i - B_{ref},$$

где B_i — широта, измеренная испытываемым средством, °;

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

10.3.7 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, °.

10.3.8 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.

10.3.9 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.

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

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

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

10.3.11 Рассчитать абсолютную погрешность (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения детектора по формуле:

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

10.3.12 Результаты поверки по п. 10.3 считать положительными, если значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения детектора в плане находятся в пределах ± 5 м.

10.4 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений интервалов времени

10.4.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 1.

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

10.4.3 С помощью ПО детектора перейти в раздел «Поверка устройства», далее необходимо нажать на кнопку «Измерить интервал времени», после этого откроется окно, в котором можно измерить интервал времени с помощью кнопки «Запустить проверку». Сделать фотографию индикатора времени «ИВ-1» (фото 1). Через интервал времени примерно равный 5 с сделать еще одну фотографию индикатора времени «ИВ-1» (фото 2). Интервал времени определить секундомером.

10.4.4 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.

10.4.5 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 детектора, с.

10.4.6 Повторить операции по пп. 10.4.3 - 10.4.5 для значения интервалов времени $T_{\text{эт}} - 60, 300$ с.

10.4.7 Результаты поверки по п. 10.4 считать положительными, если для всех измерений значения абсолютной погрешности измерений интервалов времени находятся в пределах ± 1 с.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки детектора подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца детектора или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке и (или) в паспорт детектора 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