

СОГЛАСОВАНО

**Первый заместитель генерального директора -
заместитель по научной работе
ФГУП «ВНИИФТРИ»**

_____ **А.Н. Щипунов**
« 03 » _____ 2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

**Аппаратура спутниковой навигации -
бортовые компьютеры БК 1В-2-24**

Методика поверки

МП 8501-23-02

**р.п. Менделеево
2023 г.**

1 Общие сведения

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки аппаратуры спутниковой навигации - бортовых компьютеров БК 1В-2-24 (далее – изделий), изготовленной обществом с ограниченной ответственностью «МЕТТЭМ Автомобильные Компоненты» (ООО «МЕТТЭМ АК»), Республика Татарстан, Чистопольский район, г. Чистополь, применяемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

1.2 Реализация данной методики поверки обеспечивает прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022, Государственному первичному специальному эталону единицы длины ГЭТ 199-2018, в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных измерений, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 года № 2831.

1.3 Реализация данной методики поверки обеспечивается применением прямого метода измерений.

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

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Доверительные границы абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения по каждой координатной оси в диапазоне скоростей от 0 до 200 км/ч при работе по сигналам ГЛОНАСС (L1, код СТ) и GPS (L1, код C/A) при геометрическом факторе PDOP не более 3, м	± 10
Доверительные границы абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения скорости в диапазоне скоростей от 0 до 200 км/ч при работе по сигналам ГЛОНАСС (L1, код СТ) и GPS (L1, код C/A) при геометрическом факторе PDOP не более 3, м/с	$\pm 0,1$
Доверительные границы абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения значений текущего времени в национальной шкале координированного времени UTC(SU), с	± 3

2 Операции поверки

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

Таблица 2 – Операции 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 и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения	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	да	да	10
Определение абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения по каждой координатной оси в диапазоне скоростей от 0 до 200 км/ч при работе по сигналам ГЛОНАСС (L1, код СТ) и GPS (L1, код C/A) при геометрическом факторе PDOP не более 3	да	да	10.1
Определение абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения скорости в диапазоне скоростей от 0 до 200 км/ч при работе по сигналам ГЛОНАСС (L1, код СТ) и GPS (L1, код C/A) при геометрическом факторе PDOP не более 3	да	да	10.2
Определение абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения значений текущего времени в национальной шкале координированного времени UTC(SU)	да	да	10.3

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и изделие бракуется.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверка проводится в рабочих условиях эксплуатации поверяемых устройств и используемых средств поверки.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки изделий допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим образованием, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке, имеющий право на поверку (аттестованными в качестве поверителей).

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Сведения о средствах поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 года № 2831: предел допускаемой погрешности формирования координат местоположения в системе координат WGS-84 ≤ 4 м, предел допускаемой погрешности формирования скорости $\leq 0,05$ м/с	Имитатор сигналов СН-3803М
п.10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 года № 2831: предел допускаемой погрешности формирования координат местоположения в системе координат WGS-84 ≤ 4 м, предел допускаемой погрешности формирования скорости $\leq 0,05$ м/с	Имитатор сигналов СН-3803М
	Рабочий эталон 5-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 г. № 2360 (заимствованный рабочий эталон в государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 года № 2831): пределы допускаемых смещений рабочих шкал времени относительно национальной шкалы времени $\pm 100,0$ мс	Источник первичный точного времени УКУС-ПИ 02ДМ
<i>Вспомогательные средства</i>		
п.8 Подготовка и опробование средства измерений	Диапазон рабочих частот: L1 ГЛОНАСС, L1 GPS	Устройство антенное ПКАН.464659.011
	-	Кабель соединительный ТДЦК.468543.115
	Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 9 до 16 В	Источник питания постоянного тока
	ОС Windows XP, 7, 10, программное обеспечение Terminal (или аналогичный)	Персональный компьютер (ПЭВМ)

Продолжение таблицы 3

<i>Вспомогательные средства</i>		
п.10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Диапазон рабочих частот: L1 ГЛОНАСС, L1 GPS	Устройство антенное ПКАН.464659.011
	-	Кабель соединительный ТДЦК.468543.115
	Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 9 до 16 В	Источник питания постоянного тока
	ОС Windows XP, 7, 10, программное обеспечение Terminal (или аналогичный)	Персональный компьютер (ПЭВМ)

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

5.3 Все средства поверки должны быть исправны, поверены или аттестованы в соответствии с действующим законодательством.

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

6.2 При проведении поверки необходимо принять меры защиты от статического напряжения, использовать антистатические заземленные браслеты и заземлённую оснастку

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре проверить:

- отсутствие механических повреждений и ослабления элементов, четкость фиксации их положения;

- чёткость обозначений, чистоту и исправность разъёмов и гнезд, наличие и целостность печатей и пломб;

- наличие маркировки согласно требованиям эксплуатационной документации.

7.2 Результаты поверки считать положительными, если выполняются требования п. 7.1. В противном случае изделие к дальнейшему проведению поверки не допускается, результаты поверки считать отрицательными.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выполнить операции, оговоренные в РЭ поверяемого изделия по подготовке его к работе;

- выполнить операции, оговоренные в РЭ на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;

- осуществить прогрев приборов для установления их рабочих режимов.

8.2 Собрать схему в соответствии с рисунком 1.

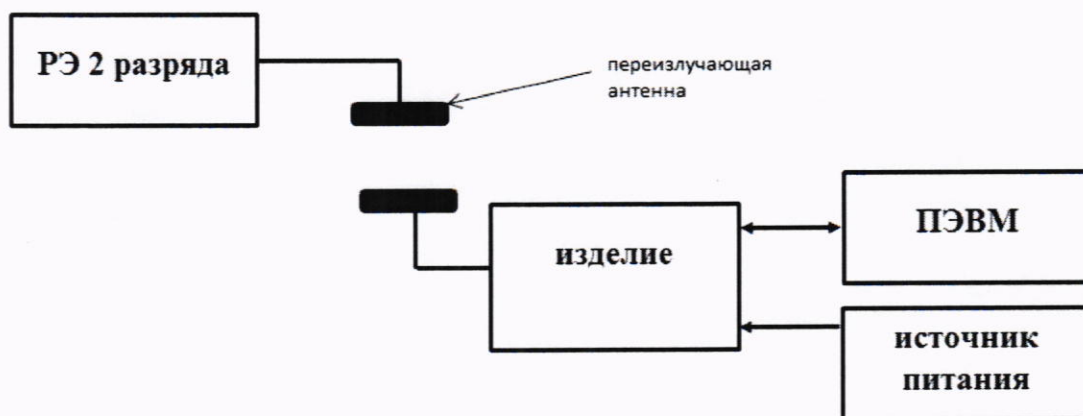


Рисунок 1 – Схема проведения измерений при проверке работоспособности, определении погрешностей определения координат и скорости

8.2.1 Исключить радиовидимость сигналов навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС и GPS в верхней полусфере.

8.2.2 Подключить изделие к персональному компьютеру, на имитаторе сигналов воспроизвести сценарий для неподвижного объекта.

8.2.3 Открыть эмулятор терминала «Putty» на ПЭВМ (настройки подключения в соответствии с руководством по эксплуатации изделия).

8.2.4. В появившемся окне убедиться, что изделие рассчитывает координаты местоположения.

8.3 Результаты поверки считать положительными, если выполняются требования п. 8.2.4.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 2.

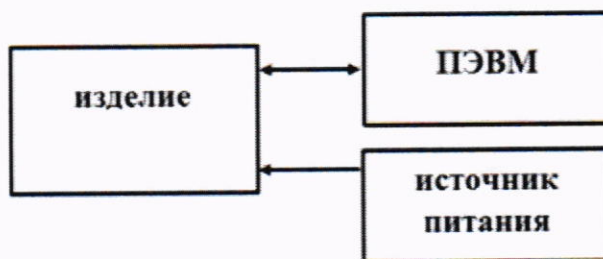


Рисунок 2 – Схема при проверке программного обеспечения

9.2 Получить пароль администратора у производителя. Войти в инженерное меню, ввести пароль. Убедиться, что в строке «mntconti_gnss» идентификационные данные программного обеспечения соответствуют сведениям, указанным в таблице 4.

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 1.6.402

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения по каждой координатной оси в диапазоне скоростей от 0 до 200 км/ч при работе по сигналам ГЛОНАСС (L1, код СТ) и GPS (L1, код C/A) при геометрическом факторе PDOP не более 3

10.1.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 1.

10.1.2 Подготовить сценарий имитации с параметрами, приведенными в таблице 5, при этом контролировать, чтобы значение PDOP не превышало 3.

Таблица 5

Наименование параметра	Значение параметра
Формируемые спутниковые навигационные сигналы	ГЛОНАСС (L1, код СТ) GPS (L1, код C/A)
Начальные координаты местоположения (система координат WGS-84)	произвольно
Формируемые параметры движения	Стоянка в течение 5 мин. Изменение скорости: от 0 до 200 км/ч за 60 с Движение по окружности радиусом 5 км со скоростью 200 км/ч в течении 30 минут

10.1.3 Осуществить запись не менее 200 строк измерительной информации (координаты местоположения и скорость) на ПЭВМ при значении геометрического фактора PDOP, рассчитываемым изделием, не более 3.

10.1.4 Определить систематическую составляющую инструментальной погрешности определения координат местоположения по формулам (1) и (2), например, для координаты В (широта):

$$\Delta B(j) = B(j) - B_{\text{действ}}, \quad (1)$$

$$dB = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \Delta B(j) \quad (2)$$

где $B_{\text{действ}}$ – действительное значение широты, секунда единицы плоского угла (далее – секунда);

$B(j)$ – измеренное значение широты в j -й момент времени, секунда;

N – количество измерений.

Аналогичным образом определить систематическую составляющую инструментальной погрешности определения координат L (долготы) и H (высоты).

10.1.5 Определить среднее квадратическое отклонение (СКО) результата определения координат по формуле (3), например, для координаты В (широта):

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\Delta B(j) - dB)^2}{N - 1}} \quad (3)$$

Аналогичным образом определить СКО результата определения координат L (долгота) и H (высота).

10.1.6 Перевести значения абсолютных инструментальных погрешностей определения координат в плане (широты и долготы) из секунды в метр по формулам (4) - (5):

- для широты:

$$\Delta B(м) = \text{arc}1'' \cdot \frac{a(1-e^2)}{\sqrt{(1-e^2 \sin^2 B)^3}} \cdot \Delta B(\text{секунда}); \quad (4)$$

- для долготы:

$$\Delta L(м) = \text{arc}1'' \cdot \frac{a(1-e^2) \cos B}{\sqrt{(1-e^2 \sin^2 B)^3}} \cdot \Delta L(\text{секунда}), \quad (5)$$

где a – большая полуось эллипсоида, м;

e – первый эксцентриситет эллипсоида;

$1'' = 0,000004848136811095359933$ радиан ($\text{arc}1''$).

B – значение широты, соответствующее $\Delta B(\text{секунда})$, $\Delta L(\text{секунда})$, радиан.

10.1.7 Определить доверительные границы абсолютных инструментальных погрешностей (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения по каждой координатной оси в диапазоне скоростей от 0 до 200 км/ч при работе по сигналам ГЛОНАСС (L1, код СТ) и GPS (L1, код C/A) при геометрическом факторе PDOP не более 3 по формулам (6) – (8):

$$P_B = \pm(|dB(м)| + 2\sigma_B(м)) \quad , \quad (6)$$

$$P_L = \pm(|dL(м)| + 2\sigma_L(м)) \quad , \quad (7)$$

$$P_H = \pm(|dH| + 2\sigma_H) \quad . \quad (8)$$

10.1.8 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения по каждой координатной оси в диапазоне скоростей от 0 до 200 км/ч при работе по сигналам ГЛОНАСС (L1, код СТ) и GPS (L1, код C/A) при геометрическом факторе PDOP не более 3 находятся в доверительных границах ± 10 м.

10.2 Определение абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения скорости в диапазоне скоростей от 0 до 200 км/ч при работе по сигналам ГЛОНАСС (L1, код СТ) и GPS (L1, код C/A) при геометрическом факторе PDOP не более 3

10.2.1 Используя измерительную информацию о скорости (п. 10.1.3), вычислить систематическую и случайную составляющие инструментальной погрешности определения изделием скорости по формулам (9) – (11):

$$\Delta V(j) = V(j) - V_{действ}(j) \quad , \quad (9)$$

$$dV = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \Delta V(j) \quad , \quad (10)$$

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\Delta V(j) - dV)^2}{N-1}}, \quad (11)$$

где $V_{действ}(j)$ – действительное значение скорости в j -ый момент времени, м/с;

$V(j)$ – измеренное значение скорости в j -й момент времени, м/с;

N – количество измерений.

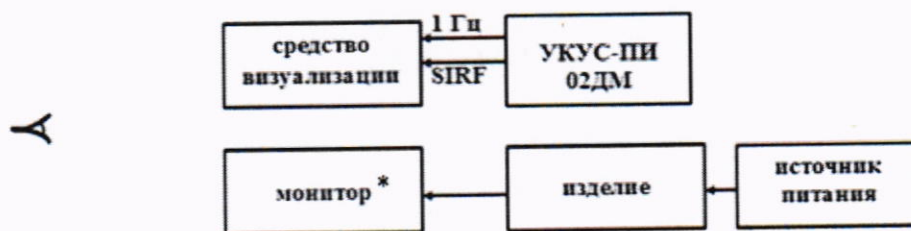
10.2.2 Определить абсолютную инструментальную погрешность (при доверительной вероятности 0,95) определения скорости в диапазоне скоростей от 0 до 200 км/ч при работе по сигналам ГЛОНАСС (L1, код СТ) и GPS (L1, код C/A) при геометрическом факторе PDOP не более 3 по формуле (12):

$$P_V = \pm(|dV| + 2\sigma_V) \quad (12)$$

10.2.3 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения скорости в диапазоне скоростей от 0 до 200 км/ч при работе по сигналам ГЛОНАСС (L1, код СТ) и GPS (L1, код C/A) при геометрическом факторе PDOP не более 3 находятся в доверительных границах $\pm 0,1$ м/с.

10.3 Определение абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения значений текущего времени в национальной шкале координированного времени UTC(SU)

10.3.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 3.



* –монитор из состава ПЭВМ

Рисунок 3 – Схема для проведения измерений при определении абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения значений текущего времени в национальной шкале координированного времени UTC(SU)

10.3.2 Обеспечить радиовидимость сигналов навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС и GPS в верхней полусфере. В соответствии с эксплуатационной документацией на изделие и УКУС-ПИ 02ДМ подготовить их к работе. Настроить УКУС-ПИ 02ДМ на выдачу шкалы времени, синхронизированной с национальной шкалой координированного времени UTC(SU).

10.3.3 В течение не менее трех минут снимать на средство видеофиксации средство визуализации и монитор изделия с индикацией шкалы времени.

10.3.4 Определить систематическую составляющую погрешности синхронизации по формулам (13) и (14):

$$\Delta T(j) = T(j) - T_{\text{действ}}, \quad (13)$$

$$dT = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \Delta T(j), \quad (14)$$

где $T_{\text{действ}}$ – действительное значение шкалы UTC(SU) со средства визуализации в j -ый момент времени, с;

$T(j)$ – визуализированное монитором изделия в j -й момент (момент смены целого числа минут) времени значение шкалы времени UTC(SU), с;

N – количество измерений.

10.3.5 Определить СКО результата синхронизации по формуле (15):

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\Delta T(j) - dT)^2}{N - 1}}. \quad (15)$$

10.3.6 Определить абсолютную погрешность (при доверительной вероятности 0,95) определения значений текущего времени в национальной шкале координированного времени UTC(SU) по формуле (16):

$$P_T = \pm (|dT| + 2 \cdot \sigma_T) \quad (16)$$

10.3.7 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения значений текущего времени в национальной шкале координированного времени UTC(SU) находятся в доверительных границах ± 3 с.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Сведения о результатах поверки изделий 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 изделий или лица, представившего их 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 изделий или лица, представившего их на поверку, в случае отрицательных результатов поверки, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

Начальник отделения НИО-8 ФГУП «ВНИИФТРИ»


А.М. Каверин

Начальник лаборатории 8501 ФГУП «ВНИИФТРИ»


А.А. Фролов