

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



А.Н. Щипунов

04 » 04 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Система автоматизированная информационная акустического мониторинга
автодорог Самарской области АО «СМАРТС»

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП 651-24-005

р.п. Менделеево
2024 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика применяется для поверки системы автоматизированной информационной акустического мониторинга автодорог Самарской области АО «СМАРТС» (далее - система) 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 № 2360 от 26.09.2022, ГЭТ 199-2024 по государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Росстандарта № 2821 от 28.12.2023.

1.3 Для определения метрологических характеристик поверяемой системы используется метод непосредственного сравнения результата измерения поверяемой системы со значением, воспроизводимым мерой.

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

Таблица 1 – Подтверждаемые метрологические требования

| Наименование параметра | Значение |
|--|---------------|
| Диапазон измерений интервалов времени, с | от 5 до 86400 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений интервалов времени, с | ±3 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации шкалы времени системы с национальной шкалой времени UTC(SU), с | ±2 |
| Диапазон измерений скорости движения транспортных средств, км/ч | От 3 до 300 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений скорости движения ТС, км/ч | ±3 |
| Допускаемые доверительные границы абсолютной погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения координат транспортного средства в плане*, м | ±10 |
| где * - метрологическая характеристика определена по сигналам от спутников GPS и ГЛОНАСС, принимаемых одновременно, при значениях PDOP ≤ 3 | |

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 Для поверки системы должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

| Наименование операции | № пункта методики | Проведение операций 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 синхронизации шкалы времени системы с национальной шкалой времени UTC(SU) | 10.1 | Да | Да |

| Наименование операции | № пункта методики | Проведение операций при поверке | |
|--|-------------------|---------------------------------|---------------|
| | | первичной | периодической |
| Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений интервалов времени | 10.2 | Да | Да |
| Определение абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат ТС в плане | 10.3 | Да | Да |
| Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений скорости движения ТС | 10.4 | Да | Да |
| Оформление результатов поверки | 11 | Да | Да |

2.2 Не допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин.

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

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверка производится при рабочих условиях эксплуатации поверяемой системы и используемых средств поверки.

3.2 Средства поверки системы должны быть подготовлены к работе в соответствии с их инструкциями по эксплуатации.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей в области радиотехнических средств измерений и изучившие настоящую методику, документацию на систему 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.

| Операции поверки, требующие применения средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|--|---|
| пп. 7 – 10 Контроль условий поверки | Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -40 до +60 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 0 до 98 % с погрешностью не более ± 2 % | Измерители влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 15500 - 12 |
| п.10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений | Рабочие эталоны единиц времени, синхронизированные по сигналам ГНСС ГЛОНАС с абсолютной погрешностью синхронизации шкалы времени выходного сигнала относительно шкалы времени UTC(SU) не более $\pm 0,7$ с; | Рабочий эталон 5-го разряда по ГПС для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 |

| | | |
|---|---|---|
| метрологическим требованиям | <p>Рабочие эталоны координат объектов с доверительными границами абсолютной погрешности определения координат при доверительной вероятности 0,997 в плане не более ± 3 м</p> <p>Средства измерений, предназначенные для измерений скорости потребителя с пределами допускаемой инструментальной погрешности измерения скорости не более ± 1 км/ч;</p> <p>Средства измерений, предназначенные для измерений длины пройденного пути от 1,0 до 999,9 м; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины пройденного пути не более ± 1 м;</p> <p>Средства измерений расстояний в диапазоне 5-15 см с погрешностью не более 0,1 см</p> | <p>Источники первичные точного времени УКУС-ПИ 02ДМ, рег. № 60738-15</p> <p>Рабочий эталон 1-го разряда по ГПС для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Росстандарта от 28.12.2023 № 2821</p> <p>Комплекс эталонный формирования и измерения радионавигационных параметров ЭФИР, рег. № 82567-21, GNSS-приемник спутниковый геодезический многочастотный GCX3, рег. № 68539-17</p> <p>Аппаратура навигационно-временная потребителей глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS/GALILEO/SBAS NV08C-MCM, NV08C-CSM, рег. № 52614-13</p> <p>Курвиметр дорожный КП-230 РДТ, рег. № 51836-12</p> <p>Линейка измерительная металлическая ГОСТ427-75</p> |
| | Вспомогательные средства поверки | |
| п.10 | <p>Индикатор времени (дискретность показаний 0,001 с)</p> <p>Груз массой 1 кг (± 200 гр)</p> <p>Видеокамера</p> | <p>ИВ-1</p> <p>Металлический брусок</p> <p>Видеокамера портативная</p> |
| <p><i>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i></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.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре системы установить:

- комплектность системы и наличие маркировки (заводской номер) путём сличения с ЭД на систему, наличие поясняющих надписей;
- целостность разъемов и внешних соединительных кабелей;
- 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 система бракуется, дальнейшие операции поверки не производят.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовить систему к работе в соответствии с Руководством по эксплуатации.

8.2 Проверить включение электропитания системы. Включить и выполнить операции по запуску программного обеспечения системы согласно Руководства по эксплуатации.

8.3 Результаты поверки считать положительными, если система удовлетворяет выше перечисленным требованиям.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверить соответствия заявленных идентификационных данных (идентификационное наименование, номер версии, цифровой идентификатор) ПО системы в соответствии с описанием типа.

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 | Автоматизированная информационная система акустического мониторинга |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | не ниже 0.48.1 |
| Цифровой идентификатор ПО | - |

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

10.1 Определение абсолютной погрешности синхронизации шкалы времени системы с национальной шкалой времени UTC(SU)

10.1.1 Измерения проводить на участках с максимальным удалением от мест размещения измерительных компонентов системы. На рисунке 1 стрелками схематически указаны места проведения поверки.

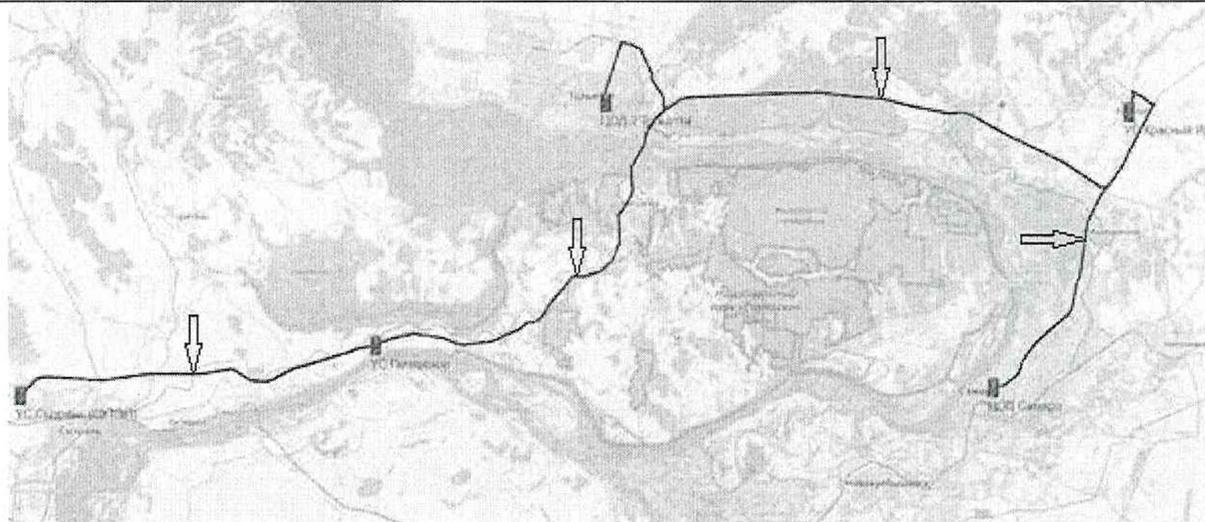


Рисунок 1 – Схема расположения компонентов системы.

10.1.2 Обеспечить схему расположения средств измерений в соответствии с рисунком 2.



Рисунок 2 – Схема проведения поверки

10.1.3 Провести подготовку системы к работе, согласно руководству по эксплуатации. Обеспечить удаленное подключение АРМ (ноутбук) к серверу обработки данных системы.

10.1.4 Обеспечить максимальную радиовидимость сигналов навигационных космических аппаратов в небесной полусфере. В соответствии с эксплуатационной документацией подготовить УКУС-ПИ 02ДМ к работе.

10.1.5 Поместить индикатор времени «ИВ-1» в поле зрения видеокамеры.

10.1.6 Воздействовать методом удара, посредством сбрасывания металлического бруска массой 1 кг (± 200 гр) с высоты 1 м (высота контролируется линейкой), на дорожное покрытие над чувствительным элементом системы не менее пяти раз в течении 30 минут, место ударов должно находиться на удалении не более 10 метров от залегания чувствительного элемента (использовать дорожный курвиметр). Записать моменты воздействия на чувствительный элемент с помощью видеокамеры так, чтобы в момент воздействия в кадре находился «ИВ-1».

10.1.7 Определить абсолютную погрешность синхронизации шкалы времени системы с национальной шкалой времени UTC(SU) по формуле (с учетом поясного времени):

$$\Delta T(j) = T_y(j) - T_k(j),$$

где $T_y(j)$ – значение шкалы времени, воспроизведенной УКУС-ПИ 02ДМ в j -й момент времени, с;

$T_k(j)$ – значение шкалы времени системы в j -й момент времени, с полученное с АРМ системы, подключенного удаленно.

10.1.8 Результаты поверки по п. 10.1 считать положительными, если, для каждого результата измерений, абсолютная погрешность синхронизации шкалы времени системы с национальной шкалой времени UTC(SU) находится в пределах ± 2 с.

10.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений интервалов времени

10.2.1 Обеспечить схему расположения средств измерений в соответствии с рисунком 3.

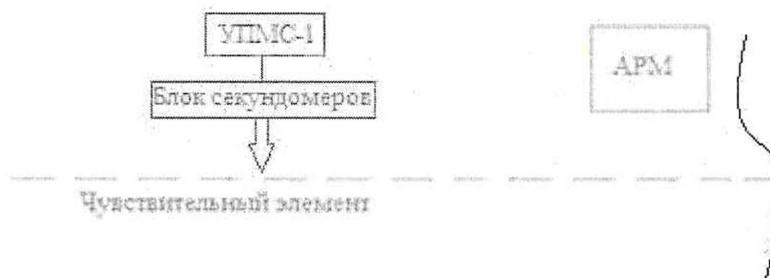


Рисунок 3 – Схема проведения поверки

10.2.2 В соответствии с ЭД на установку для поверки секундомеров УПМС-1 (далее – УПМС-1) подготовить её к работе.

10.2.3 На таймере УПМС-1 установить интервал времени $T_{эт}$ равный 5 с. Запустить УПМС-1, путем подачи управляющего сигнала с таймера на блок секундомеров. Блок секундомеров механическим воздействием (путем срабатывания электромагнитов) на дорожное покрытие над чувствительным элементом системы запустит работу по измерению интервала времени системой (место размещения УПМС-1 должно находиться на удалении не более 10 метров от залегания чувствительного элемента, расстояние контролировать дорожным курвиметром). По истечении установленного интервала времени блок секундомеров произведет повторное механическое воздействие на дорожное покрытие над чувствительным элементом системы и закончит измерения интервала времени системой T_c .

10.2.4 Сравнить значение интервала T_c с временем $T_{эт}$ и определить абсолютную погрешность измерений интервалов времени по формуле:

$$\Delta T = T_{эт} - T_c \quad ,$$

где $T_{эт}$ – значение интервала времени, установленного на УПМС-1, с;

T_c – значение интервала времени, полученного с помощью системы, с.

10.2.5 Повторить операции по пп. 10.2.3 – 10.2.4 для значений интервалов времени $T_{эт}$ – 60, 300, 600 с.

10.2.6 Результаты поверки по п. 10.2 считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений интервалов времени в диапазоне от 5 до 86400 с находятся в пределах ± 3 с.

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

10.3.1 Обеспечить схему расположения средств измерений в соответствии с рисунком 4.

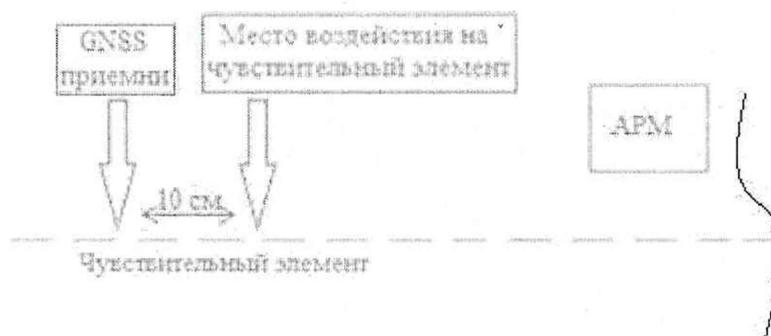


Рисунок 4 – Схема проведения измерений

10.3.2 Обеспечить максимальную радиовидимость сигналов навигационных космических аппаратов в небесной полусфере.

10.3.3 С помощью геодезического приемника определить значения широты и долготы (L и B) расположения выбранной точки, разместив антенну приемника рядом с местом воздействия на дорожное покрытие на расстоянии ± 10 см (использовать линейку), посредством сбрасывания металлического бруска массой 1 кг (± 200 гр) с высоты 1 м (высота контролируется линейкой), над чувствительным элементом системы. Место воздействия должно находиться на удалении не более 10 метров от залегания чувствительного элемента (использовать дорожный курвиметр).

10.3.4 С помощью интерфейса ПО системы произвести измерение координат.

10.3.5 Определить абсолютную погрешность определения координаты B (широта) для строк, в которых значение PDOP ≤ 3 , по формуле:

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

где $\Delta B(j)$ – абсолютная погрешность определения широты, градус единицы плоского угла (далее-градус);

$B_{действ}(j)$ – действительное значение координаты B в j-ый момент времени, градус;

$B(j)$ – измеренное значение координаты B в j-й момент времени, градус;

N – количество измерений.

Аналогичным образом определить абсолютную погрешность определения координаты L (долгота).

10.3.6 Перевести значения абсолютных погрешностей в метры по формулам:

- для широты:

$$\Delta B(м) = \text{arcl}'' \frac{a(1-e^2)}{\sqrt{(1-e^2 \sin^2 B)^3}} \cdot \Delta B''$$

- для долготы:

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

где a – большая полуось общеземного эллипсоида (WGS-84: a = 6378137 м);

e – эксцентриситет общеземного эллипсоида (WGS-84: $e^2 = 0,00669437999$);

1'' = 0,000004848136811095359933 радиан (arcl'').

10.3.7 Рассчитать систематическую погрешность определения широты по формуле

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

Аналогичным образом рассчитать систематическую погрешность определения долготы.

10.3.8 Определить среднее квадратическое отклонение (СКО) результата определения широты по формуле:

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

Аналогичным образом определить СКО результата определения долготы.

10.3.9 Определить абсолютную погрешность (по уровню вероятности 0,95) определения координат местоположения ТС в плане по формуле:

$$\Pi_B = \pm(\sqrt{dB^2 + dL^2} + 2 \cdot \sqrt{\sigma_B^2 + \sigma_L^2})$$

10.3.10 Повторить измерения согласно пп. 10.3.3 – 10.3.9 в выбранных точках согласно рисунку 1.

10.3.11 Результаты поверки по п. 10.3 считать положительными, если значения абсолютной погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения координат ТС в плане находятся в пределах ± 10 м.

10.4 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений скорости движения ТС

Поверку проводить на произвольном участке системы, не подготовленном заранее. ТС разместить на удалении не более 10 метров от залегания чувствительного элемента. Выбрать три участка с размещенными чувствительными элементами системы, разметить зону контроля для проведения поверки при помощи курвиметра.

10.4.1 Подключить навигационный приемник к ПК с установленным ПО для записи данных в файл с этого приемника, и разместить их в ТС.

10.4.2 Установить частоту выдачи данных навигационным приемником (темп решения) 10 Гц. Начать запись данных с навигационного приемника.

10.4.3 Проехать на ТС зону контроля не менее 5 раз с разными скоростями, при этом две скорости должны быть минимально и максимально возможными на данном участке.

Примечание - Рекомендуется выбирать минимально и максимально возможные скорости движения ТС основываясь, в первую очередь, на обеспечении безопасности участников движения во время поверки.

10.4.4 Остановить запись данных с навигационного приемника.

10.4.5 По данным из системы определить время фиксации ТС в зоне контроля для всех проездов.

10.4.6 Выбрать из записанных данных с навигационного приемника данные, соответствующие моментам времени, зафиксированным системой, для всех проездов.

10.4.7 Для каждого проезда рассчитать значение абсолютной погрешности ΔV измерений скорости ТС в зоне контроля по формуле:

$$\Delta V_i = V_i - V_{Эi},$$

где V_i – значение скорости в зоне контроля, измеренное системой для i -го проезда, выраженное в км/ч.

$V_{Эi}$ – значение скорости измеренное навигационным приемником для i -го проезда.

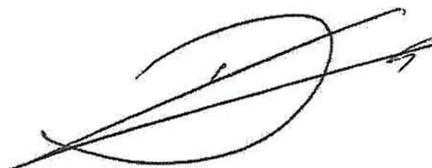
10.4.8 Результаты поверки по п. 10.4 считать положительными, если погрешность измерений скорости движения ТС для каждого из проездов в диапазоне скоростей от 3 до 300 км/ч включительно не превышает ± 3 км/ч.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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