

СОГЛАСОВАНО

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



А.Н. Щипунов

06 2023 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Комплексы аппаратно-программные «Ураган-Юг»

Методика поверки

МП 651-23-027

2023 г

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплексы аппаратно-программные «Ураган-Юг» (далее – комплексы), изготавливаемые ООО «НПП «МВС», г. Краснодар, и устанавливает методику, порядок и содержание их первичной и периодической 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 199-2018 по государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Росстандарта № 2831 от 29.12.2018.

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод непосредственного сравнения результата измерения поверяемого средства измерений со значением, определенным эталоном.

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

Таблица 1 – Подтверждаемые метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени комплексов с национальной координированной шкалой времени UTC(SU), с	± 2
Доверительные границы абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения комплексов в плане, м*	± 7
Диапазон измерений скорости движения ТС, км/ч	от 0 до 255
Пределы допускаемой погрешности измерений скорости движения ТС: - абсолютной в диапазоне от 0 до 100 км/ч включительно, км/ч - относительной в диапазоне свыше 100 до 255 км/ч, %	± 2 ± 2
где * - метрологическая характеристика определена по сигналам от спутников GPS и ГЛОНАСС, принимаемых одновременно, при значениях PDOP ≤ 3	

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			

Наименование операций	Номер пункта методики	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
- определение абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени комплексов с национальной координированной шкалой времени UTC(SU)	10.1	да	да
- определение доверительных границ абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения комплексов в плане	10.2	да	да
- определение абсолютной погрешности измерений скорости движения ТС	10.3	да	да
Оформление результатов поверки	11	да	да

2.2 Объем первичной и периодической поверки определяется исходя из измерительных задач, решаемых комплексом. Для комплекса, применяемого для контроля скорости движения транспортных средств (далее – ТС) поверка производится в полном объеме. Для комплекса, в измерительных задачах которого отсутствует контроль скорости движения ТС, поверка метрологических характеристик производится по пп. 10.1, 10.2. Измерительные задачи, решаемые комплексом, отражены в интерфейсе программного обеспечения комплекса.

2.3 При поверке допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин, которые используются при эксплуатации по соответствующим пунктам настоящей методики поверки. Соответствующая запись должна быть сделана на основании решения эксплуатирующей организации в эксплуатационных документах и сведениях о результатах поверки, передаваемых в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

2.4 Для комплекса, применяемого для контроля скорости движения ТС в случае изменения схем монтажа, а также изменения местоположения комплекса, производится внеочередная поверка в объеме периодической поверки.

2.5 В случае добавления контроля скорости движения ТС в измерительные задачи, решаемые комплексом, проводится поверка по п. 10.3

2.6 Поверка по п. 10.3 осуществляется только по месту эксплуатации комплекса.

2.7 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
п. 10 Определение метрологических характеристик	<p>Средства измерений, применяемые в качестве эталонов и предназначенные для воспроизведения единиц времени и шкалы времени, синхронизированных по сигналам ГНСС ГЛОНАСС с абсолютной погрешностью синхронизации шкалы выходного сигнала не более $\pm 0,6$ с</p> <p>Средства измерений, применяемые в качестве эталонов координат в плане, доверительные границы абсолютной погрешности определения координат при доверительной вероятности 0,997 в плане не более ± 2300 мм</p> <p>Средства измерений скорости в диапазоне от 0 до 255 км/ч, абсолютная погрешность измерения скорости не более $\pm 0,6$ км/ч</p> <p>Средства измерений расстояния в диапазоне до 100 м, пределы</p>	<p>Рабочий эталон 5-го разряда по ГПС для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360</p> <p>Источники первичного точного времени УКУС-ПИ 02ДМ, рег. № 60738-15</p> <p>Комплексы эталонные формирования и измерения радионавигационных параметров ЭФИР, рег. № 82567-21, рабочий эталон 1-го разряда (Приказ Росстандарта от 29.12.2018 № 2831)</p> <p>GNSS-приемники спутниковые геодезические многочастотные 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>Дальномер лазерный ADA Cosmo 100, рег. № 69904-17</p>

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	допускаемой абсолютной погрешности не более ± 10 мм Средства измерений периода и разности периодов следования импульсов, пределы допускаемой относительной погрешности измерения периода не более $2,5 \cdot 10^{-4}$	Частотомер универсальный CNT-91, рег. № 41567-09
Вспомогательные средства поверки		
п. 3 Контроль условий поверки пп. 8 - 10 п. 10 Определение метрологических характеристик	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -10 до $+50$ °С, абсолютная погрешность не более 1 °С Персональный компьютер (далее – ПК) Индикатор времени с точностью отображения времени не менее 0,1 с Средства измерений расстояний в диапазоне до 1000 мм, абсолютная погрешность не более $\pm 0,5$ мм	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 15500-12 Переносной компьютер типа «Ноутбук» Индикатор времени «ИВ-1» 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 таблице.		

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) 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 Проверить подключение электропитания комплекса. Включить и выполнить операции по запуску программного обеспечения (ПО) комплекса согласно руководству по эксплуатации.

8.2 Убедиться, что в интерфейсе ПО комплекса выводятся результаты:

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

8.3 Результаты поверки по разделу 8 считать положительными, если обеспечивается выполнение требований, перечисленных в пункте 8.2. 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 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Скорпион
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 16.19.39
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	-

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

10.1 Определение абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени комплексов с национальной координированной шкалой времени UTC(SU)

10.1.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 1.



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.

10.1.3 Сформировать 3 фотографии с интервалом между кадрами не менее 1 мин., например, как показано на рисунке 2.

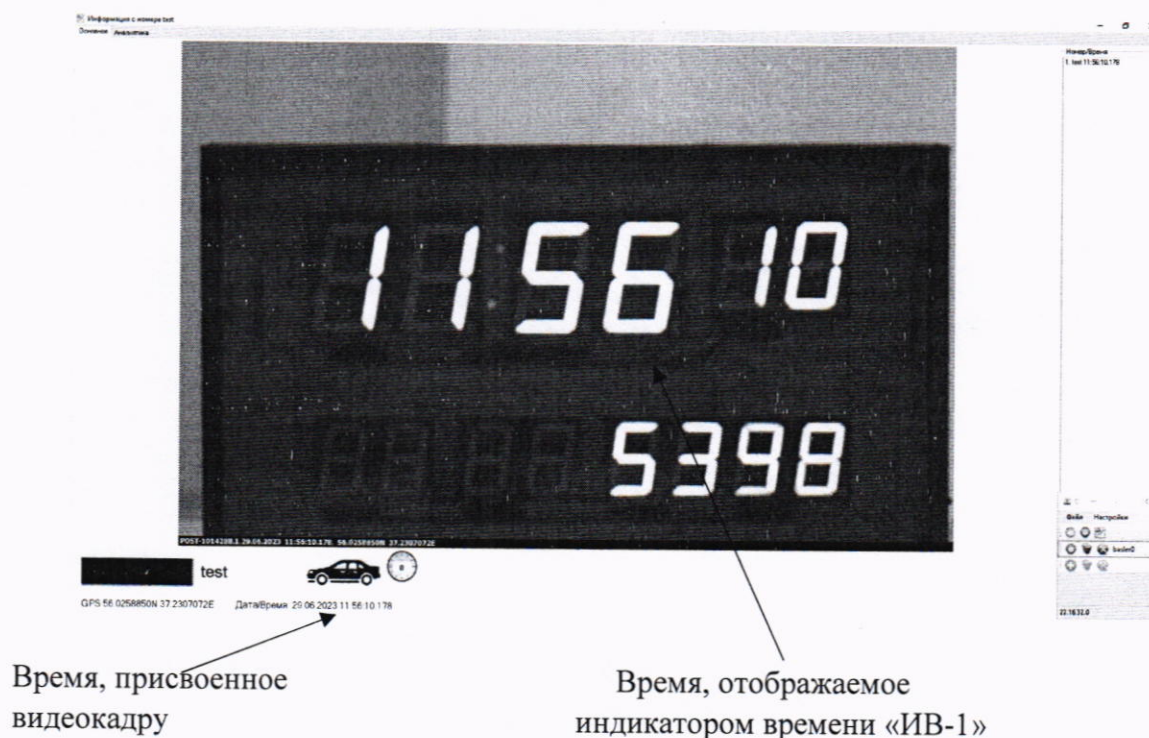


Рисунок 2 – Пример кадра с изображением «ИБ-1»

10.1.4 Для каждой из фотографий сравнить значение шкалы времени комплекса $T_{\text{фк}}$ и значение шкалы времени УКУС-ПИ 02ДМ T_z (времени, установленного на «ИБ-1»). Определить абсолютную погрешность синхронизации внутренней шкалы времени комплексов с национальной координированной шкалой времени UTC(SU) как разницу между значениями шкал ΔT 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 абсолютная погрешность синхронизации внутренней шкалы времени комплексов с национальной координированной шкалой времени UTC(SU) для всех измерений находится в пределах ± 2 с.

10.2 Определение доверительных границ абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения комплексов в плане

10.2.1 Обеспечить максимальную радиовидимость сигналов навигационных космических аппаратов в небесной полусфере. Перед проведением измерений не менее чем на 30 мин. запустить комплекс.

10.2.2 С помощью геодезического приемника определить значения широты и долготы (L и B) расположения комплекса, разместив антенну приемника рядом с комплексом (на расстоянии 10 ± 2 см). Расстояние контролируется линейкой.

10.2.3 С помощью интерфейса ПО комплекса в течение 30 мин. произвести не менее 200 измерений координат местоположения комплекса (NMEA сообщений).

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

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

где ΔB_i – абсолютная погрешность определения широты, градус единицы плоского угла (далее-градус);

B_{ref} – значение широты, измеренное комплексом в i -ый момент времени, градус;

B_i – значение широты, измеренное геодезическим приемником В в i -й момент времени, градус.

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

10.2.5 Перевести значения абсолютных погрешностей в метры по формулам:

- для широты:

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

- для долготы:

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

где ΔB_i , ΔL_i — абсолютная погрешность определения широты и долготы в i -ый момент времени, градус;

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

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

10.2.6 Рассчитать математическое ожидание абсолютной погрешности определения широты по формуле:

$$M_B = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \Delta B_i$$

Аналогичным образом рассчитать систематическую погрешность определения долготы.

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

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta B_i - M_B)^2}{N - 1}}.$$

Аналогичным образом определить СКО результата определения долготы.

10.2.8 Определить абсолютную погрешность (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения комплекса в плане по формуле:

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

10.2.9 Результаты поверки по п. 10.2 считать положительными, если значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения комплексов в плане находятся в пределах ± 7 м.

10.3 Определение диапазона и погрешности измерений скорости движения ТС

10.3.1 Вариант 1 - Определение диапазона и погрешности измерений скорости движения ТС натурным методом.

10.3.1.1 Разместить комплекс на опоре. Настроить комплекс в соответствии с руководством по эксплуатации

10.3.1.2 Разместить ТС в зоне контроля комплекса, остановить ТС и заглушить двигатель. Измерить комплексом значение скорости неподвижного ТС. Зафиксировать измеренное комплексом значение скорости.

10.3.1.3 Подключить аппаратуру навигационно-временную потребителей глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS/GALILEO/SBAS NV08C-MCM, NV08C-CSM и NV08C-CSM-DR (навигационный приемник) к переносному компьютеру (ПК) с установленным программным обеспечением (ПО) для записи данных в файл навигационного приемника, и разместить их в ТС.

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

10.3.1.5 Проехать на ТС зону контроля комплекса не менее 3 раз с разными скоростями в заявленном диапазоне, при этом значения 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 испытаний.

10.3.1.6 На месте проведения испытаний, получить данные с комплекса. Определить время фиксации и скорость ТС для всех проездов.

10.3.1.7 Остановить запись данных с навигационного приемника. Выбрать из записанных данных с навигационного приемника данные, соответствующие моментам времени, зафиксированных комплексами, для всех проездов.

10.3.1.8 Значение абсолютной погрешности измерений скорости движения ТС в диапазоне от 0 до 100 км/ч включительно, для каждого проезда рассчитать по формуле:

$$\Delta V_i = V_i - V_{эi}$$

где V_i – значение скорости движения ТС, измеренное комплексом для i-го проезда, выраженное в км/ч;

$V_{эi}$ – значение скорости движения ТС, измеренное с применением навигационного приемника, выраженное в км/ч.

10.3.1.9 Значение относительной погрешности измерений скорости движения ТС в диапазоне свыше 100 до 255 км/ч включительно, для каждого проезда рассчитать по формуле:

$$\delta V_i = 100\% \cdot (V_i - V_{эi})/V_{эi}$$

10.3.2 Вариант 2 - Определение диапазона и погрешности измерений скорости движения ТС расчетным методом.

Погрешность измерений скорости движения ТС определяется как сумма относительных погрешностей формирования межкадрового интервала и измерения расстояния в зоне контроля, определенных независимо друг от друга.

10.3.2.1 Определение относительной погрешности измерения расстояния в зоне контроля проводить в следующем порядке:

- разместить комплекс на опоре. Настроить комплекс в соответствии с руководством по эксплуатации;
- открыть в ПО комплекса окно «Поверка»;

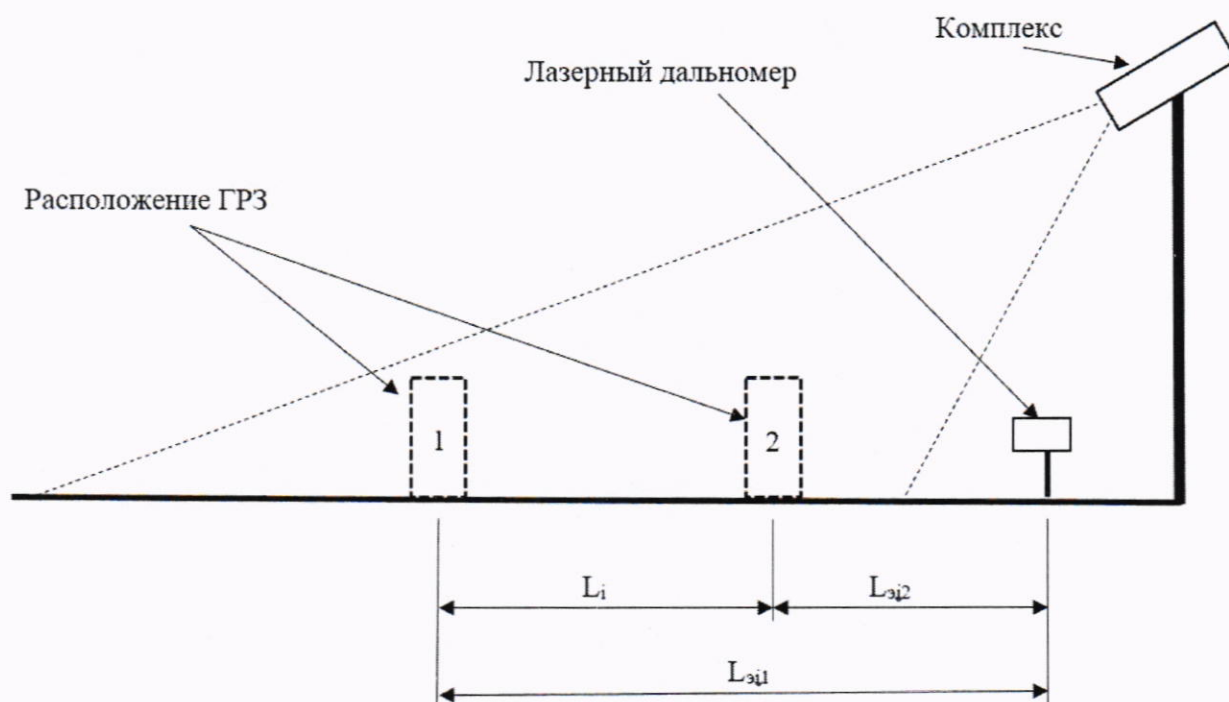


Рисунок 3 – Схема проведения измерений

- установить лазерный дальномер на штативную головку, в соответствии с рисунком 3;
- установить на лазерном дальномере режим измерения расстояния от передней поверхности прибора (см. руководство по эксплуатации используемого дальномера);
- в зоне контроля установить ТС так, чтобы передний государственный регистрационный знак (далее – ГРЗ) находился в положении 1, в соответствии с рисунком 3, передние колеса автомобиля установить в положение «прямо»;
- с помощью лазерного дальномера произвести измерение расстояния $L_{э1}$ от лазерного дальномера до ГРЗ ТС;
- в ПО комплекса нажать кнопку «Старт»;
- переместить ТС вперед так, чтобы ГРЗ оказался в положении 2, в соответствии с рисунком 3, затем зафиксировать ТС неподвижно;

- в ПО комплекса нажать кнопку «Стоп». ПО комплекса произведет расчет пройденного пути, значение будет отображено в поле «Расстояние, измеренное комплексом»;

- с помощью лазерного дальномера произвести измерение расстояния $L_{\text{э}i2}$ от лазерного дальномера до ГРЗ ТС.

10.3.2.2 Повторить измерения по пункту 10.3.2.1 три раза.

10.3.2.3 Для всех измерений рассчитать расстояние, измеренное дальномером L_i по формуле:

$$L_i = L_{\text{э}i1} - L_{\text{э}i2}$$

10.3.2.4 Для всех измерений определить абсолютную погрешность измерения расстояния комплекса в зоне контроля Δ по формуле:

$$\Delta = L_k - L_i,$$

где L_k – расстояние, измеренное комплексом, мм;

L_i – расстояние, измеренное дальномером, мм.

10.3.2.5 Для всех измерений определить относительную погрешность измерения расстояния комплекса в зоне контроля δ_L по формуле:

$$\delta_L = \frac{\Delta}{L_i} \cdot 100 \%,$$

где Δ – абсолютная погрешность измерения расстояния, мм;

L_i – расстояние, измеренное дальномером, мм.

10.3.2.6 Определение относительной погрешности формирования межкадрового интервала (интервала между синхроимпульсами) проводить в следующем порядке:

- Подключить частотомер к комплексу;

- Провести не менее трех измерений межкадрового интервала в течение 5 минут.

10.3.2.7 Определить абсолютную погрешность формирования межкадрового интервала ΔT для всех измерений по формуле:

$$\Delta T = T_{\text{фк}(i)} - T_3,$$

где $T_{\text{фк}(i)}$ – измеренное значение межкадрового интервала;

T_3 – установленное значение межкадрового интервала (зависит от установленного в ПО комплекса значения частоты кадров с секунду).

10.3.2.8 Определить относительную погрешность формирования межкадрового интервала δ_T для всех измерений по формуле:

$$\delta_T = \frac{\Delta T}{T_3} \cdot 100 \%,$$

где ΔT – абсолютная погрешность формирования межкадрового интервала;

T_3 – установленное значение межкадрового интервала.

Из всех результатов измерений относительной погрешности δ_T и δ_L выбрать максимальные значения.

10.3.2.9 Рассчитать относительную погрешность измерения скорости по формуле:

$$\delta = |\delta_T| + |\delta_L|$$

10.3.2.10 Рассчитать абсолютную погрешность измерения скорости движения ТС ΔV для скоростей 100, 255 км/ч по формуле:

$$\Delta V = \delta \cdot V / 100 \%,$$

где δ – относительная погрешность измерения скорости;

V – значение скорости из ряда 100, 255 км/ч.

10.3.2.11 Рассчитать относительную погрешность измерения скорости движения ТС δ для скорости 255 км/ч включительно по формуле:

$$\delta = \frac{\Delta V}{V} \cdot 100 \%,$$

где ΔV – абсолютная погрешность измерения скорости для скорости 255 км/ч;

V – значение скорости 255 км/ч.

10.3.3 Результаты поверки по п. 10.3 считать положительными, если:

- значения абсолютной погрешности измерений скорости движения ТС для скоростей от 0 до 100 км/ч включительно для всех измерений находятся в пределах ± 2 км/ч;

- значения относительной погрешности измерений скорости движения ТС для скоростей свыше 100 до 255 км/ч включительно для всех измерений находятся в пределах ± 2 %.

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 паспорт 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