

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



_____ А.Н. Щипунов

« 16 » 09 2024 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Комплексы измерительные с видеофиксацией «АвтоУраган-МС-Про»

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 651-24-039

г.п. Менделеево
2024 г.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплексы измерительные с видеофиксацией «АвтоУраган-МС-Про» (далее - комплексы) 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 и локальной поверочной схеме для средств измерения скорости движения транспортных средств (далее – ТС).

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

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени комплексов с национальной шкалой времени UTC(SU), мкс	± 1
Диапазон измерений скорости движения ТС, км/ч: - радиолокационным методом (для исполнений «R», «R-V») - методом по видеокадрам (для исполнений «R-V», «V-V», «X-2V»)	от 0 до 350 от 0 до 350
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения скорости движения ТС, км/ч: - радиолокационным методом (для исполнений «R», «R-V») - методом по видеокадрам (для исполнений «R-V», «V-V», «X-2V»)	± 1 ± 2
Границы допускаемой инструментальной погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения координат комплексов в плане в диапазоне скоростей от 0 до 150 км/ч*, м	± 3
* - метрологическая характеристика нормирована для значений геометрического фактора PDOP расположения спутников GPS и ГЛОНАСС, сигналы которых принимаются одновременно, не превышающих 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

Наименование операций	Номер пункта методики	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			
- определение абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени комплексов с национальной шкалой времени UTC(SU)	10.1	да	да
- определение инструментальной погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения координат комплексов в плане в диапазоне скоростей от 0 до 150 км/ч	10.2	да	да
- определение диапазона и абсолютной погрешности измерения скорости движения ТС радиолокационным методом	10.3	да	да
- определение диапазона и абсолютной погрешности измерения скорости движения ТС методом по видеокадрам	10.4	да	да

2.2 Объем первичной поверки определяется исходя из функционала поверяемого комплекса.

2.3 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 Поверка по п. 10.3 проводится для комплексов исполнений «R» и «R-V». Поверка по п. 10.4 проводится для комплексов исполнений «R-V», «V-V» и «X-2V».

2.5 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	<p>Эталоны единиц времени и частоты, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 5-го 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 $\pm 0,1$ с;</p> <p>Средства измерений временных интервалов, диапазон измерений интервала времени от 0,1 мкс до 1 с, с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,3$ мкс;</p> <p>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;</p> <p>Средства измерений, применяемые в качестве рабочих эталонов не ниже 2-го разряда по ГПС для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Росстандарта от 7.06.2024 № 1374 и предназначенные для воспроизведения координат объектов, движущихся в диапазоне скоростей от 0 до 150 км/ч, предел допускаемой погрешности воспроизведения координат потребителя ГНСС в системах координат WGS-84, ПЗ-90.11 - 1 м;</p>	<p>Источники первичного точного времени УКУС-ПИ 02ДМ, рег. № 60738-15</p> <p>Частотомеры универсальные CNT-91, рег. № 41567-09</p> <p>Аппаратура геодезическая спутниковая NV-08C-RTK-M, рег. № 75078-19</p> <p>Комплекс эталонный формирования и измерения радионавигационных параметров ЭФИР, рег. № 82567-21</p>

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, применяемые в качестве рабочих эталонов единиц скорости движения ТС, в диапазоне от 0 до 350 км/ч с абсолютной погрешностью измерения скорости движения ТС не более $\pm 0,3$ км/ч	Аппаратура навигационно-временная потребителей глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS/GALILEO/SBAS NV08C-MCM, NV08C-CSM, рег. № 52614-13
Вспомогательные средства поверки		
п. 3 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -40 до +50 °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 98 % с погрешностью не более 2 %; Индикатор времени с точностью отображения времени до 0,1 с; Средства измерений расстояний в диапазоне до 1000 мм; Средства измерений единиц временных интервалов, диапазон измерений интервала времени до 600 с	Индикатор времени «ИВ-1»; Линейка измерительная металлическая ГОСТ427-75; Секундомер электронный «Интеграл С-01»
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, модификация) 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 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.

8.3 Убедиться, что видеокамеры из состава комплекса находятся в рабочем состоянии и с них передается изображение с наложенным значением текущего времени и 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	Модуль «Измерение значений текущего времени»	Модуль «Измерение скорости по радару»	Модуль «Измерение значений координат»	Модуль «Измерение скорости по видеокадрам»
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.5	не ниже 1.1	не ниже 1.2	не ниже 4.3
Цифровой идентификатор ПО	-	-	-	-

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 шкалой времени UTC(SU)

Поверка проводится в 2 этапа.

Этап 1.

10.1.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 1. Для этого сетевым кабелем (из комплекта индикатора времени «ИБ-1») соединить выход «SIRF» на источнике первичного точного времени УКУС-ПИ 02ДМ (далее - УКУС-ПИ 02ДМ) с соответствующим входом на индикаторе времени «ИБ-1». Коаксиальным кабелем (из комплекта индикатора времени «ИБ-1») соединить выход «1 PPS» на УКУС-ПИ 02ДМ с соответствующим входом на индикаторе времени «ИБ-1». Подключить питание к УКУС-ПИ 02ДМ и индикатору времени «ИБ-1» (на схеме не показано).



Рисунок 1 – Схема проведения измерений

10.1.2 Обеспечить радиовидимость сигналов навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС в верхней полусфере. Поместить индикатор времени «ИВ-1» в поле зрения комплекса. Подготовить комплекс и УКУС-ПИ 02ДМ к работе в соответствии с их руководствами по эксплуатации. Включить индикатор времени ИВ-1. Убедиться в том, что все технические средства готовы к выполнению измерений. Навести комплекс на индикатор времени «ИВ-1».

10.1.3 В течение 10 минут камерами комплекса сделать не менее 5 фотографий индикатора времени «ИВ-1».

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

$$\Delta T = T_{фк} - T_z$$

10.1.5 Результаты поверки по 1 этапу считать положительными, если для всех проведенных измерений, полученные значения ΔT находятся в пределах $\pm 0,5$ с, при корректном отображении календарной даты.

Этап 2

10.1.6 Собрать схему в соответствии с рисунком 2.

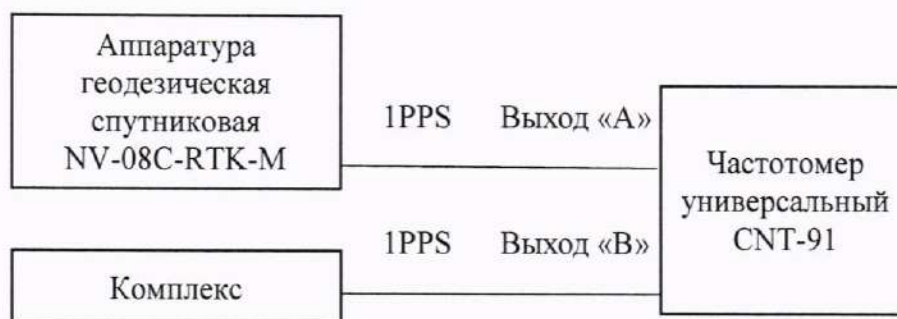


Рисунок 2 – Схема проведения измерений

10.1.7 Провести подготовку комплекса к работе, согласно руководству по их эксплуатации.

10.1.8 Обеспечить максимальную радиовидимость сигналов навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС в небесной полусфере. В соответствии с эксплуатационной документацией аппаратуру геодезическую спутниковую NV-08C-RTK-M (далее – аппаратура NV-08C-RTK-M) подготовить ее к работе. Убедиться в том, что комплекс и аппаратура NV-08C-RTK-M готовы к выполнению измерений. Подключить выходы 1 Гц (1PPS) аппаратуры

NV-08C-RTK-M и комплекса к входам частотомера «А» и «В» соответственно. Настроить частотомер на измерение временных интервалов по передним фронтам импульсов, поступающих на входы «А» и «В».

10.1.9 В течении 10 минут (интервал времени контролировать секундомером) фиксировать на видеокамеру значения абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени комплексов с национальной шкалой времени UTC(SU).

10.1.10 Результаты поверки по п. 10.1 считать положительными, если, для каждого результата измерений, значения абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени комплексов с национальной шкалой времени UTC(SU) находятся в пределах ± 1 мкс.

10.2 Определение инструментальной погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения координат комплексов в плане в диапазоне скоростей от 0 до 150 км/ч

10.2.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 3.

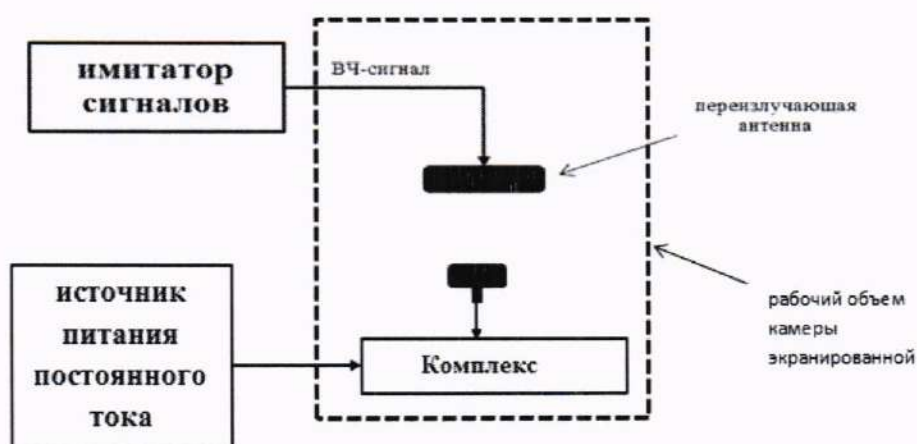


Рисунок 3 – Схема выполнения измерений

Подключить имитатор сигналов глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), из состава комплекса эталонного формирования и измерения радионавигационных параметров ЭФИР, к переизлучающей антенне.

10.2.2 Подготовить сценарий имитации с параметрами, приведенными в таблице 5.

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)
Продолжительность, мин	30
Количество НКА, не менее:	
- ГЛОНАСС	4
- GPS	4
Ионосфера, модель	весна
Тропосфера, модель	stanag
Дискретность записи, с	1
Формируемые сигналы функциональных дополнений	нет

Наименование параметра	Значение параметра
Модель движения	движение по окружности с параметрами центра: - широта 56°00'00" N; - долгота 37°00'00" E; - высота 200 м; и радиусом 5000 м
Скорость движения по окружности, км/ч	150

10.2.3 Запустить сценарий имитации на имитаторе сигналов ГНСС и записать сообщения NMEA навигационного приемника из состава комплекса с частотой 1 Гц. 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 $PDOP \leq 3$ (сообщения NMEA \$**GSA).

10.2.4 Рассчитать инструментальную погрешность определения широты по формуле:

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

где B_i — широта, измеренная комплексом, °;

B_{ref} — широта из сценария имитатора сигналов ГНСС, °.

10.2.5 Рассчитать инструментальную погрешность определения долготы по формуле:

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

где L_i — долгота, измеренная комплексом, °;

L_{ref} — долгота из сценария имитатора сигналов ГНСС, °.

10.2.6 Перевести полученные значения инструментальной погрешности определения широты и долготы в метры по формулам соответственно:

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

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

где $\Delta B_i, \Delta L_i$ — инструментальная погрешность определения широты и долготы на i -ую эпоху, °;

a — большая полуось общеземного эллипсоида, м;

e — эксцентриситет общеземного эллипсоида.

10.2.7 Рассчитать математическое ожидание инструментальной погрешности определения широты и долготы по формулам соответственно:

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

$$M_L = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \Delta L_i,$$

где N — количество измерений.

10.2.8 Рассчитать СКО инструментальной погрешности определения широты и долготы по формулам соответственно:

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

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

10.2.9 Определить инструментальную погрешность (при доверительной вероятности 0,95) определения координат комплекса в плане в диапазоне скоростей от 0 до 150 км/ч по формуле:

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

10.2.10 Результаты поверки по п. 10.7 считать положительными, если значения инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат комплекса в плане в диапазоне скоростей от 0 до 150 км/ч находятся в пределах ± 3 м.

10.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения скорости движения ТС радиолокационным методом

10.3.1 Провести подготовку работы комплекса радиолокационным методом, согласно руководству по эксплуатации.

10.3.2 Разместить вспомогательное транспортное средство (далее - ВТС) в зоне контроля комплекса, остановить ВТС и заглушить двигатель. Измерить комплексом, находящимся в неподвижном состоянии, значение скорости неподвижного ВТС. Проехать на патрульный автомобиль (далее – ПА) мимо неподвижного ВТС. Измерить комплексом значение скорости неподвижного ВТС. Зафиксировать измеренное комплексами значение скорости. Результаты испытаний считать положительными, если значение скорости ВТС, измеренное комплексом, равно 0 км/ч.

10.3.3 Установить ПА и ВТС на прямолинейном участке дороги на расстоянии не ближе 150 м так, чтобы они двигались по направлению друг к другу в соседних полосах движения.

10.3.4 Подготовить и подключить навигационный приемник к персональному компьютеру с установленным программным обеспечением для записи данных в файл с навигационного приемника и разместить в ВТС.

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

10.3.6 Проехать на ВТС навстречу ПА. Скорость движения ВТС при этом должна быть примерно 60 км/ч, скорость движения ПА – примерно 40 км/ч.

Примечание. При выполнении всех измерений движения ПА и ВТС должны быть равномерными и прямолинейными.

10.3.7 Повторить п. 10.3.6 не менее 3 раз с разными скоростями движения ВТС, при этом максимальное значение встречной скорости не должно превышать 150 км/ч.

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

10.3.8 Установить ПА и ВТС на прямолинейном участке дороги на расстоянии не ближе 150 м так, чтобы ВТС догоняло ПА в соседних полосах движения. Скорость движения ВТС при этом должна быть примерно 80 км/ч, скорость движения ПА – примерно 60 км/ч.

10.3.9 Повторить п. 10.3.7 не менее 3 раз с разными скоростями движения ВТС, при этом одна скорость должна быть максимально возможной на данном участке дороги. Скорость ПА не должна превышать 150 км/ч.

10.3.10 Остановить запись данных с навигационного приемника.

10.3.11 По данным с комплекса определить время фиксации и скорость ВТС для всех проездов.

10.3.12 Выбрать из записанных данных с навигационного приемника данные о скорости движения ВТС, соответствующие моментам фиксации ВТС комплексом (V_{ki}).

10.3.13 Рассчитать значение абсолютной погрешности измерений скорости ТС радиолокационным методом по формуле:

$$\Delta V_i = V_{ki} - V_{zi},$$

где V_{ki} – значение скорости ТС, измеренное комплексом для i -го проезда, выраженное в км/ч;

V_{zi} – значение скорости ТС для i -го проезда, полученное по данным навигационного приемника, выраженное в км/ч.

10.3.14 Результаты поверки по п. 10.3 считать положительными, если для всех результатов измерений значения погрешности измерений скорости движения ТС радиолокационным методом в диапазоне скоростей движения ТС от 0 до 350 км/ч включительно находятся в пределах ± 1 км/ч.

10.4 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения скорости движения ТС методом по видеокадрам

10.4.1 Провести подготовку работы комплекса методом по видеокадрам, согласно руководству по эксплуатации.

10.4.2 Провести операции по пп. 10.3.2 – 10.3.13.

Примечание – При поверке комплекса с двумя распознающими видеокамерами, время фиксации и скорость ВТС определяется для каждой распознающей видеокамеры.

10.4.3 Результаты поверки по п. 10.4 считать положительными, если для всех результатов измерений значения погрешности измерений скорости движения ТС методом по видеокадрам в диапазоне скоростей движения ТС от 0 до 350 км/ч включительно находятся в пределах ± 2 км/ч.

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