


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



 **А.Н. Щипунов**
«14» _____ 10 _____ 2024 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Комплексы аппаратно-программные Балка

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 651-24-041

г.п. Менделеево
2024 г.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплексы аппаратно-программные Балка (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
Диапазон измерений скорости движения ТС в зоне контроля радиолокационным методом, км/ч	от 0 до 350
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений скорости движения ТС в зоне контроля радиолокационным методом, км/ч	± 1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени комплексов с национальной шкалой координированного времени UTC (SU), мс	± 20
Доверительные границы допускаемой абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения комплексов в плане при геометрическом факторе PDOP не более 3 (рабочий диапазон скоростей от 0 до 150 км/ч), м	$\pm 6^*$
* – При одновременном использовании сигналов глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС (L1, код СТ; L2, код СТ) и GPS (L1, код C/A; L2, код C/A или CM, CL)	

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 координированного времени UTC (SU)	10.1	да	да
- определение абсолютной инструментальной погрешности при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения комплексов в плане при геометрическом факторе PDOP не более 3 (рабочий диапазон скоростей от 0 до 150 км/ч)	10.2	да	да
- определение диапазона и абсолютной погрешности измерения скорости движения ТС в зоне контроля радиолокационным методом	10.3	да	да

2.2 Проведение поверки меньшего числа измеряемых величин не допускается

2.3 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, абсолютная погрешность синхронизации шкалы времени выходного сигнала частотой 1 Гц относительно шкалы времени UTC (SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС не более ± 7 мс;</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 - 2 м;</p> <p>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 $\pm 0,36$ км/ч</p>	<p>Источники первичные, точного времени УКУС-ПИ 02ДМ, рег. № 60738-15</p> <p>Частотомеры универсальные CNT-91, рег. № 41567-09</p> <p>Комплекс эталонный формирования и измерения радионавигационных параметров ЭФИР, рег. № 82567-21;</p> <p>Аппаратура навигационно-временная потребителей глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS/GALILEO/SBAS NV08C-MCM, NV08C-CSM, рег. № 52614-13</p>
Вспомогательные средства поверки		
п. 3 Контроль условий поверки	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -40 до $+50$ °C, абсолютная погрешность не более 1 °C;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 0 до 98 % с погрешностью не более 2 %;</p> <p>Индикатор времени с точностью отображения времени до 0,1 с;</p>	<p>Измерители влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 15500-12;</p> <p>Индикатор времени «ИВ-1»;</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
п. 10 Определение метрологических характеристик	Средства измерений единиц временных интервалов, диапазон измерений интервала времени до 600 с	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) 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. Запуск программного обеспечения комплекса проводится в автоматическом режиме.

8.3 Используя web-интерфейс на планшете подключиться к комплексу. Для этого в адресной строке указать IP-адрес. В открывшемся окне ввести логин и пароль.

8.4 В основном меню войти во вкладку «Отладочная информация» и путем периодического нажатия виртуальной кнопки «Обновить» убедиться в готовности комплекса, получив в строке «VERIFICATION READY» ответ «YES».

8.5 Войти в меню «Отладка камер». В открывшемся окне представлены изображения обзорных камер. Убедиться, что обзорные видеокамеры из состава комплекса находится в рабочем состоянии и с них передается изображение с наложенным значением текущего времени и координат комплекса.

8.6 Войти в меню «Внутренние камеры». В открывшемся окне представлены изображения распознающих камер. Убедиться, что распознающие видеокамеры из состава комплекса

находится в рабочем состоянии и с них передается изображение с наложенным значением текущего времени и координат комплекса.

8.7 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 web-интерфейс на планшете подключиться к комплексу. Для этого в адресной строке указать IP-адрес. В открывшемся окне ввести логин и пароль.

9.2 В основном меню войти во вкладку «Отладочная информация» и считать идентификационные данные ПО.

9.3 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	libcmhpeestimate.so
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.2.1
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 шкалой координированного 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 первичном 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 каждой из камер комплекса сделать не менее 3 фотографий индикатора времени «ИВ-1».

10.1.4 Для каждой из фотографий сравнить значение времени Т_{фк}, наложенного комплексом на кадр и значение национальной шкалой времени UTC (SU) Т_э (времени, отображенного на «ИВ-1») (рисунок 2).

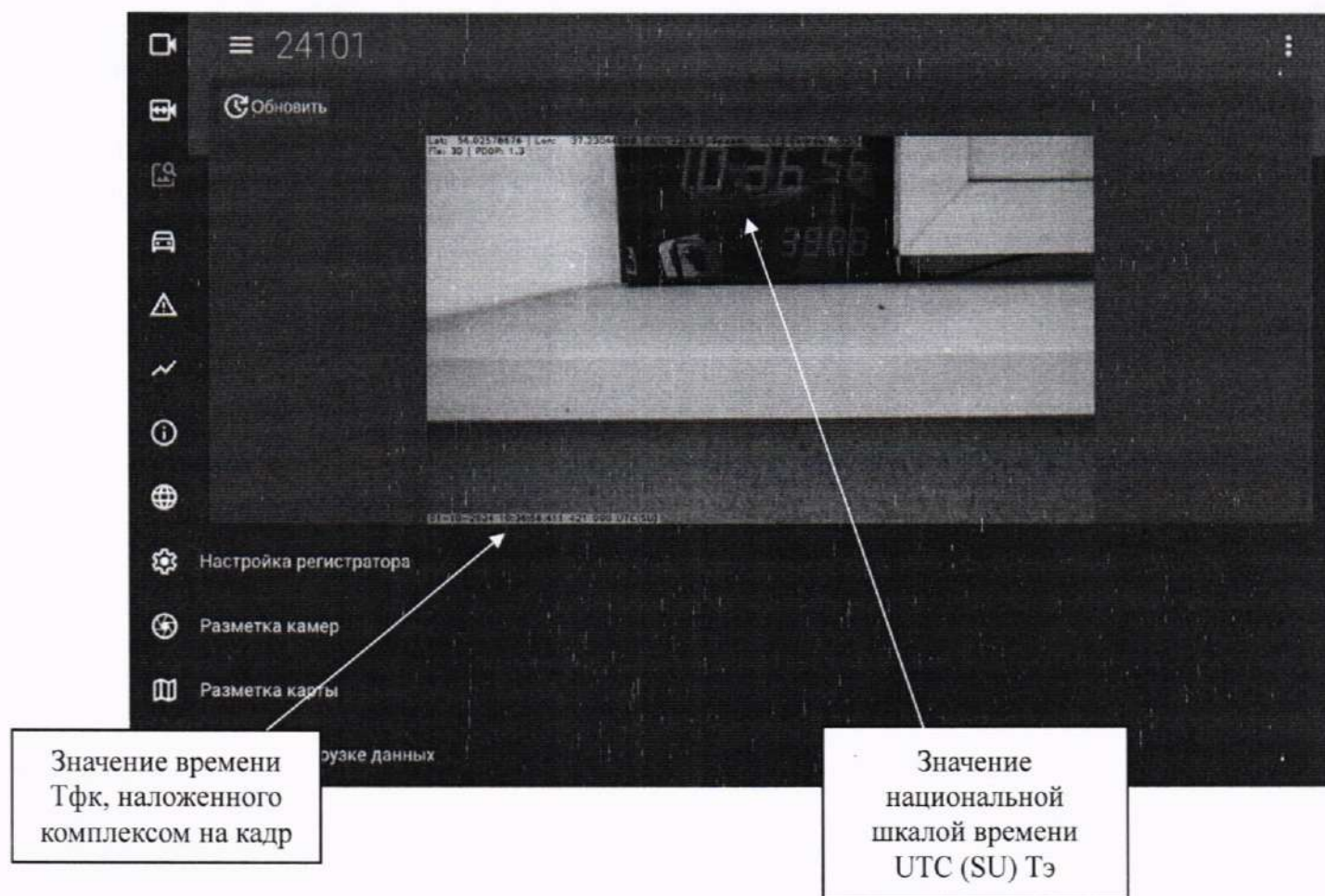


Рисунок 2 – Пример изображения с камеры

10.1.5 Определить значение ΔT как разницу между этими значениями по формуле (с учетом поясного времени):

$$\Delta T = T_{\text{фк}} - T_{\text{э}}$$

10.1.6 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

10.1.7 Собрать схему в соответствии с рисунком 3. Для этого подключить выходы 1 Гц (1PPS) УКУС-ПИ 02ДМ и комплекса к входам частотомера «А» и «В» соответственно. Подключить питание к УКУС-ПИ 02ДМ, комплексу и частотомеру (на схеме не показано). Провести подготовку средств измерений к работе, согласно руководству по их эксплуатации. Настроить частотомер на измерение временных интервалов по передним фронтам импульсов, поступающих на входы «А» и «В».

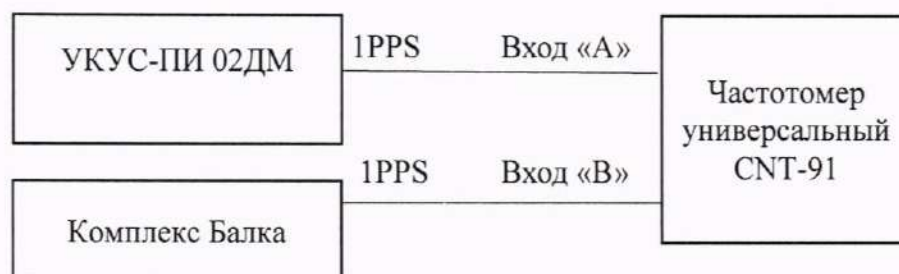


Рисунок 3 – Схема проведения измерений

10.1.8 Обеспечить максимальную радиовидимость сигналов навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС в небесной полусфере. Убедиться в том, что средства змерений готовы к выполнению измерений.

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 координированного времени UTC (SU) находятся в пределах ± 20 мс.

10.2 Определение абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения комплексов в плане при геометрическом факторе PDOP не более 3 (рабочий диапазон скоростей от 0 до 150 км/ч)

10.2.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 4.

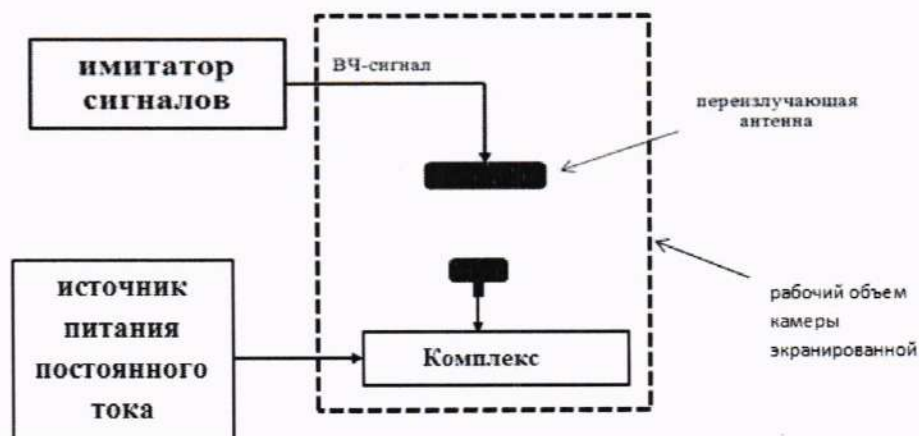


Рисунок 4 – Схема выполнения измерений

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 - GPS	4 4
Ионосфера, модель	весна
Тропосфера, модель	stanag
Дискретность записи, с	1
Формируемые сигналы функциональных дополнений	нет
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 абсолютную инструментальную погрешность (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения комплексов в плане при геометрическом факторе PDOP не более 3 (рабочий диапазон 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. 10.2 считать положительными, если значения абсолютной инструментальной погрешности при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения комплексов в плане при геометрическом факторе PDOP не более 3 (рабочий диапазон скоростей от 0 до 150 км/ч) находятся в пределах ± 6 м.

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

10.3.1 Провести подготовку комплекса к работе по измерению скорости радиолокационным методом, согласно руководству по эксплуатации.

10.3.2 Разместить вспомогательное транспортное средство (далее - ВТС) в зоне контроля комплекса, остановить ВТС и заглушить двигатель.

10.3.2.1 Измерить комплексом, находящимся в неподвижном состоянии, значение скорости неподвижного ВТС.

10.3.2.2 Проехать на патрульный автомобиль (далее – ПА) мимо неподвижного ВТС. Измерить комплексом значение скорости неподвижного ВТС.

10.3.2.3 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 и ПА, при этом максимальное значение скорости движения ПА 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 и ПА, при этом максимальное значение скорости движения ПА не должно 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 в зоне контроля 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 в зоне контроля радиолокационным методом в диапазоне скоростей движения ТС от 0 до 350 км/ч включительно находятся в пределах ± 1 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