

СОГЛАСОВАНО

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



А.Н. Щипунов

08 2022 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Комплексы измерительные с видеофиксацией «КРИС-2»

Методика поверки

МП 651-22-051

2022 г

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплексы измерительные с видеофиксацией «КРИС-2» (далее - комплексы), изготавливаемые ООО «Симикон» г. Санкт-Петербург, 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 № 1621 от 31.07.2018, ГЭТ 199-2018 по государственной поверочной схеме для координатно-временных 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
Диапазон измерений скорости движения ТС, км/ч	от 2 до 300
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений скорости движения ТС, км/ч	± 1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности присвоения временной метки видеокадру, с	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени комплекса с национальной координированной шкалой времени UTC(SU), мкс	± 5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний от радарного модуля комплекса до ТС в диапазоне от 10 до 80 м, м	± 1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла между осью радарного модуля комплекса и направлением на ТС в диапазоне от -15° до $+15^\circ$, $^\circ$	± 2
Допускаемые доверительные границы инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат комплексов в плане, м	± 5

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	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			
- определение диапазона и погрешности измерений скорости движения ТС радиолокационным методом в зоне контроля	10.1	да	да
- определение абсолютной погрешности присвоения временной метки видеокадру	10.2	да	да
- определение абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени комплекса с национальной координированной шкалой времени UTC(SU)	10.3	да	нет
- определение абсолютной погрешности измерений расстояния от радарного модуля комплекса до ТС в диапазоне от 10 до 80 м и абсолютной погрешности измерений угла между осью радарного модуля комплекса и направлением на ТС в диапазоне от 15° до минус 15°	10.4	да	да
- определение абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат комплексов в плане	10.5	да	да
Оформление результатов поверки	11	да	да

2.2 При получении отрицательных результатов поверки по любому пункту таблицы 2 комплекс признается непригодным к применению и направляется в ремонт.

2.3 Предусматривается возможность проведения периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин. Объем поверки определяется эксплуатирующей организацией в зависимости от применения комплекса. На основании решения эксплуатирующей организации соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и сведения переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. Определение метрологических характеристик по пп. 10.2, 10.5 обязательно для всех комплексов.

2.4 Поверку комплекса допускается проводить как на месте эксплуатации, соблюдая условия эксплуатации основных и вспомогательных средства поверки, так и в лабораторных условиях. При проведении поверки на месте эксплуатации, демонтаж комплексов не требуется.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверка производится при рабочих условиях эксплуатации поверяемого комплекса и используемых средств поверки.

3.2 Средства поверки комплекса должны быть подготовлены к работе в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

3.3 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от минус 40 °С до 60 °С,
- относительная влажность при 25 °С до 98 %,
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа,
- напряжение питания переменного тока частотой 50 Гц от 90 до 300 В,
- напряжение питания постоянного тока от 10 до 15 В.

3.4 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 применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Средства измерений, предназначенные для воспроизведения единиц времени и шкалы времени, синхронизированных по сигналам ГНСС ГЛОНАС/GPS с абсолютной погрешностью синхронизации шкалы времени выходного сигнала частотой 1 Гц (1 PPS) относительно шкалы времени UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАС/GPS не более 1 мкс; Средства измерений формы и временных параметров электрических сигналов с полосой пропускания 500 МГц, диапазон значений коэффициента развертки от 1 нс/дел до 50 с/дел; Средства измерений, предназначенные для формирования навигационных сигналов спутниковых навигационных систем с	Источники первичные точного времени УКУС-ПИ 02ДМ, рег. № 60738-15 Осциллографы цифровые запоминающие С8-205/4, рег. № 64767-16 Имитаторы сигналов СН-3803, рег. № 54309-13

	<p>пределом допускаемого СКО случайной составляющей погрешности формирования беззапросной дальности не более 1 м;</p> <p>Средства измерений, предназначенные для имитации и воспроизведения скорости движения транспортных средств в диапазоне скоростей от 1 до 300 км/ч с абсолютной погрешностью имитации скорости не более 0,3 км/ч</p> <p>Средства измерений, предназначенные для измерения расстояний в диапазоне от 10 до 80 м с абсолютной погрешностью измерений не более 0,3 м и измерения горизонтальных углов диапазоне от 0 до 15° с абсолютной погрешностью измерений не более 0,6°</p>	<p>Имитаторы параметров движения транспортных средств «САПСАН 3М» рег. № 73015-18</p> <p>Тахеометры электронные Leica TS30, TM30, рег. № 40890-09</p>
<p>пп. 7 – 10 Контроль условий поверки</p>	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -40 до +60 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 0 до 98 % с погрешностью не более 2 %</p>	<p>Термометры сопротивления платиновые вибропрочные эталонные ПТСВ, рег. № 23040-14</p> <p>Измерители влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 15500 - 12</p>
<p>п. 10.2</p>	<p>Индикатор времени с точностью отображения времени до 0,0001 с</p>	<p>Индикатор времени «ИВ-1»</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 комплекса установить:

- комплектность комплекса и наличие маркировки (заводской номер, тип) путём сличения с ЭД на комплекс, 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 считать положительными, если результаты внешнего осмотра удовлетворяют п. 7.1.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Собрать комплекс в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.2 Подключить персональный компьютер (ноутбук) к комплексу через Ethernet-канал связи.

8.3 Включить питание комплекса.

8.4 Запустить веб-браузер и осуществить подключение к комплексу по указанному в его формуляре IP адресу.

8.5 Убедиться, что открывается программная страница для входа в веб-интерфейс.

8.6 На открывшейся странице ввести имя пользователя и пароль «tester»/ «test».

8.7 Убедиться в открытии главной страницы и нажать на ней клавишу «Поверка».

8.8 Убедиться, что раскрывается страница с текущими видеоизображением, датой и временем.

8.9 Результаты поверки считаются положительными, если программное обеспечение комплекса отображает видеоизображение с датой и временем.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Используя интерфейс (ПО) комплекса проверить идентификационные данные метрологически значимой части ПО. Данные должны соответствовать приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные метрологически значимой части ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	SimFwKris
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 2.0
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	64e844acb260462c4b581242fc7da4e5b90b08da
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	SHA1

9.2 Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные соответствуют указанным в таблице 3.

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

10.1 Определение диапазона и погрешности измерений скорости движения ТС радиолокационным методом в зоне контроля

10.1.1 Установить на расстоянии от 0,5 до 30 м имитатор скорости движения транспортных средств перед комплексом.

10.1.2 Включить питание комплекса и ввести имя и пароль «tester»/ «test». На открывшейся странице нажать клавишу «Поверка».

10.1.3 Последовательно устанавливать значения имитируемой скорости из диапазона значений 2, 20, 70, 120, 150, 180 и 300 км/ч.

10.1.4 Произвести измерение скорости комплексом, фиксируя для каждого значения из указанного диапазона погрешность измерения скорости движения, вычисленную по формуле:

$$\Delta V = V_{\text{изм}} - V_{\text{действ}},$$

где $V_{\text{изм}}$ - измеренное комплексом значение скорости движения ТС,

а $V_{\text{действ}}$ - действительное значение скорости движения ТС (показания имитатора скорости).

10.1.5 Результаты поверки считать положительными, если для всех значений скорости полученные значения абсолютной погрешности находятся в пределах ± 1 км/ч.

10.2 Определение абсолютной погрешности присвоения временной метки видеокадру

10.2.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 1.



Рисунок 1 – Схема выполнения измерений

10.2.2 Обеспечить максимальную радиовидимость сигналов навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС и GPS в небесной полусфере. В соответствии с эксплуатационной документацией на комплекс и источник точного времени подготовить их к работе.

10.2.3 Подключить комплекс к компьютеру через Ethernet-канал связи, включить комплекс, запустить веб-браузер и осуществить подключение по указанному в формуляре комплекса IP адресу.

10.2.4 В программной странице ввести имя пользователя и пароль «tester»/ «test».

10.2.5 Убедиться в открытии главной страницы и наличии на ней даты/времени.

10.2.6 Навести камеру комплекса на средство визуализации и сформировать пять кадров в течение 10 минут с изображением средства визуализации (рисунок 2).

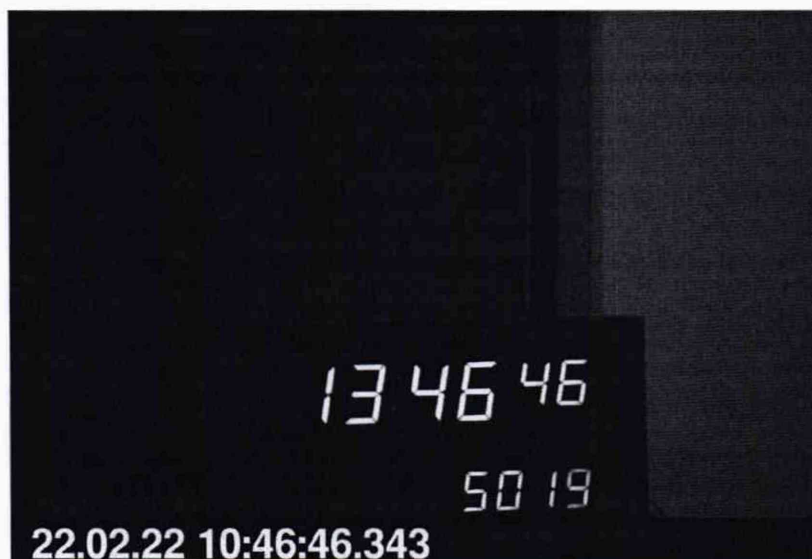


Рисунок 2 – Кадр с изображением «ИВ-1»

10.2.7 Сравнить значения времени T_3 (изображение средства визуализации на кадре) с временем, отображенным на кадре комплекса $T_{фк}$, определить их разность по формуле (с учетом поясного времени):

$$\Delta_T = T_{фк} - T_3.$$

10.2.8 Результаты поверки считать положительными, если для всех проведенных измерений, полученные значения удовлетворяют критерию тождественности секундных импульсов 1 Гц (1 PPS) и значение Δ_T не более $\pm 0,5$ с.

10.3 Определение абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени комплекса с национальной координированной шкалой времени UTC(SU)

10.3.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 3.

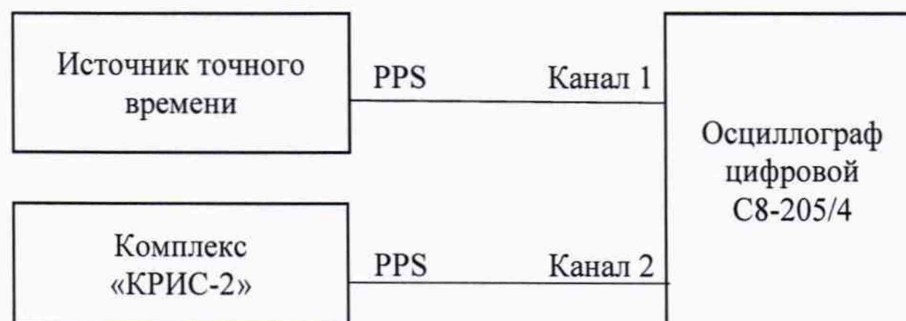


Рисунок 3 – Схема выполнения измерений

10.3.2 Убедиться, что комплекс и источник точного времени синхронизированы с национальной шкалой времени UTC(SU).

10.3.3 Настроить двухканальный осциллограф:

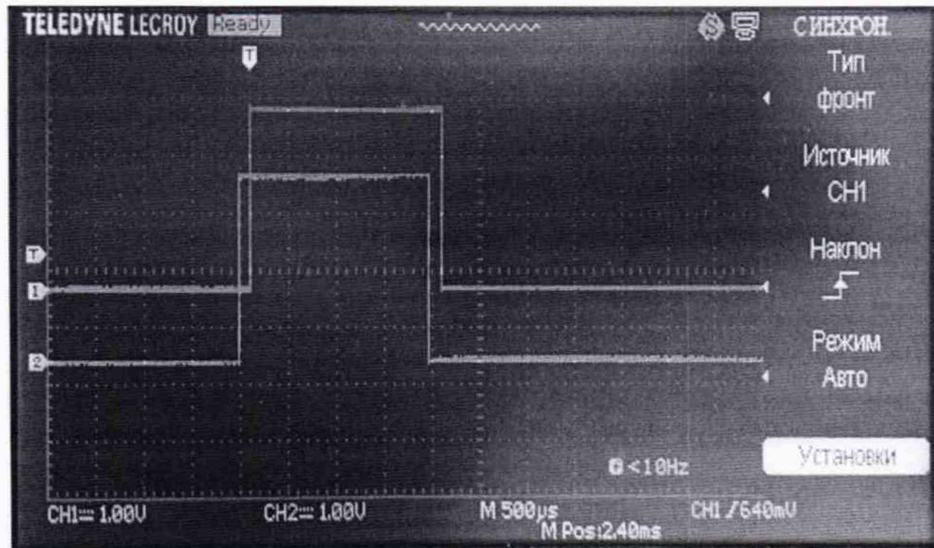
10.3.3.1 Установить коэффициенты вертикального отклонения 1 вольт/ деление для обоих каналов осциллографа.

10.3.3.2 Установить типы входов «постоянный ток» (DC).

10.3.3.3 Установить развертку 1 мкс/деление.

10.3.3.4 Установить тип синхронизации «автоматическая», «по переднему фронту», «источник канал 1».

10.3.5 Определить абсолютную погрешность синхронизации внутренней шкалы времени комплекса с национальной координированной шкалой времени UTC(SU) как разность между передними фронтами импульсов 1 Гц (1PPS) (рисунок 4).



канал 1 - импульс 1 Гц (1PPS) от источника точного времени
канал 2 – импульс 1 Гц (1PPS) от комплекса

Рисунок 4 - Осциллограмма импульсов 1PPS.

10.3.6 Результаты поверки считать положительными, если абсолютная погрешность синхронизации внутренней шкалы времени комплекса с национальной координированной шкалой времени UTC(SU) находится в пределах ± 5 мкс.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений расстояния от радарного модуля комплекса до ТС и абсолютной погрешности измерений угла между осью радарного модуля комплекса и направлением на ТС

10.4.1 Определение производить на площадке размером не менее 85×8 м. На ней разместить шесть точек №№ 1-6 согласно рисунку 5, используя тахеометр электронный.

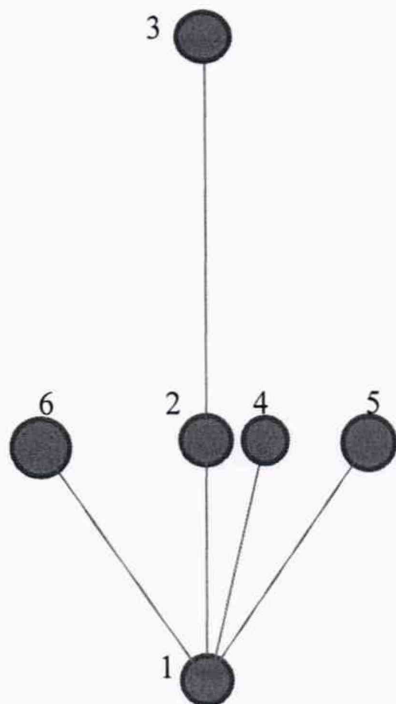


Рисунок 5 – Схема проведения измерений

Точки установить следующим образом:

- при первичной поверке:

расстояние от точки 1 до точки 2 - 10 м;

расстояние от точки 1 до точки 3 – 80 м;

угол, образованный точками 2-1-4 - 5° (расстояние до точки 4 - 10 м);

угол, образованный точками 2-1-5 - 15° (расстояние до точки 5 – 10 м);

угол, образованный точками 2-1-6 – минус 15° (расстояние до точки 6 – 10 м);

- при периодической поверке:

расстояние от точки 1 до точки 2 – примерно 10 м;

расстояние от точки 1 до точки 3 – примерно 25 м;

угол, образованный точками 2-1-4 - 5° (расстояние до точки 4 примерно 10 м);

угол, образованный точками 2-1-5 - 15° (расстояние до точки 5 примерно 10 м) либо угол, образованный точками 2-1-6 – минус 15° (расстояние до точки 6 примерно 10 м). Выбор угла зависит от места установки комплекса и удобства проведения работ.

Расстояния между токами при периодической поверке рекомендуется выбирать исходя из расположения комплекса и обеспечения безопасности проведения работ по поверке.

10.4.2 Комплекс установить на штативе в точке 1. Имитатор параметров движения транспортных средств установить на штативе в точке 2.

10.4.3 Подключить персональный компьютер (ПК) к комплексу, включить комплекс, запустить веб-браузер и осуществить подключение. Ввести имя пользователя и пароль «tester»/«test». На открывшейся странице нажать на клавишу «Поверка».

10.4.4 Поворачивая имитатор, совместить метку в центре изображения на экране имитатора с радиолокационным модулем комплекса.

10.4.5 Зафиксировать не менее 3 значений измеренной дальности $d_{изм}$.

Определить значения абсолютной погрешности измерений дальности Δd по формуле

$$\Delta d = d_{изм} - d_{действ}$$

Действительное значение дальности принимается равным значению, измеренному тахеометром.

10.4.6 Переместить имитатор в точку 3. Провести операции в соответствии с п. 10.4.4. Выполнить 3 измерения и рассчитать значения абсолютной погрешности измерений дальности Δ_d , при $d_{действ}$, установленному в зависимости от вида поверки.

10.4.7 Переместить имитатор в точку 4. Провести операции в соответствии с п. 10.4.4.

10.4.8 Зафиксировать не менее 3 значений измеренного азимутального угла $\alpha_{изм}$.

10.4.9 Определить значения абсолютной погрешности измерений азимутального угла Δ_α по формуле

$$\Delta_\alpha = \alpha_{изм} - \alpha_{действ}$$

Действительное значение угла принимается равным $\alpha_{действ} = 5^\circ$.

10.4.10

При первичной поверке.

Переместить номерной знак в точку 5. Провести операции в соответствии с п. 10.4.4. Выполнить по 3 измерения и определить значения абсолютной погрешности измерений дальности при $d_{действ} = 10$ м и значения абсолютной погрешности измерений азимутального угла при $\alpha_{действ} = 15^\circ$.

Переместить номерной знак в точку 6. Провести операции в соответствии с п. 10.4.4. Выполнить по 3 измерения и определить значения абсолютной погрешности измерений дальности при $d_{действ} = 10$ м и значения абсолютной погрешности измерений азимутального угла при $\alpha_{действ} = \text{минус } 15^\circ$.

При периодической поверке.

Переместить номерной знак в точку 5 или 6 в зависимости от места установки комплекса и удобства проведения работ. Провести операции в соответствии с п. 10.4.4. Выполнить по 3 измерения и определить значения абсолютной погрешности измерений дальности и значения абсолютной погрешности измерений азимутального угла при значениях $d_{действ}$ и $\alpha_{действ}$, определенных при помощи тахеометра.

10.4.9 Результаты поверки считать положительными, если выполняются оба условия:

- значения абсолютной погрешности измерений расстояния от радарного модуля комплекса до (ТС) в зоне контроля Δ_d находятся в пределах ± 1 м;
- значения абсолютной погрешности измерений угла между осью радарного модуля комплекса и направлением на ТС в зоне контроля Δ_α находятся в пределах $\pm 2^\circ$.

10.5 Определение абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат комплексов в плане

10.5.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 6. Исключить радиовидимость сигналов навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС/GPS реальных группировок.

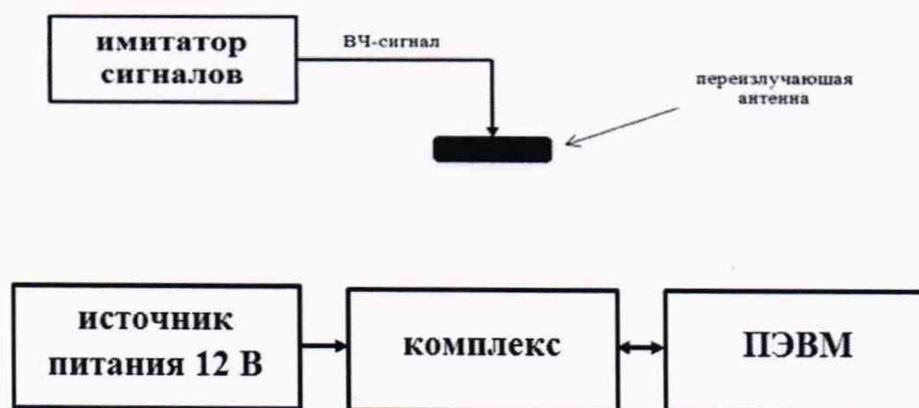


Рисунок 6 - Схема проведения измерений при определении абсолютной инструментальной погрешности определения координат

10.5.2 Подготовить сценарий имитации с параметрами, приведенными в таблице 4.

Таблица 4

Формируемые спутниковые навигационные сигналы	ГЛОНАСС (L1, код СТ) GPS (L1, код C/A)
Продолжительность	180 мин.
Количество каналов:	
ГЛОНАСС	4
GPS	4
Координаты в системе координат WGS-84:	
- широта	60°00'000000 N
- долгота	30°00'000000 E

10.5.3 Открыть интернет браузер ПЭВМ и ввести IP-адрес поверяемого комплекса. Для установки связи ввести имя «tester» и пароль «test». Запустить сценарий имитации.

10.5.4 Настроить систему на выдачу результатов измерений в протоколе NMEA.

10.5.5 Осуществить запись NMEA сообщений с частотой 1 сообщение в 1 с в течение 30 минут.

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

$$\Delta B(j) = B(j) - B_{действ},$$

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

$B_{действ}$ – действительное значение координаты В, градус;

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

N – количество измерений.

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

10.5.7 Перевести значения погрешностей в метры по формулам:

- для широты:

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

- для долготы:

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

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

e – эксцентриситет общеземного эллипсоида (WGS-84: e² = 0,00669437999);

1'' = 0,000004848136811095359933 радиан (arc1'').

10.5.8 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.

10.5.9 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.

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

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

10.5.11 Результаты поверки по определению абсолютной инструментальной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат комплексов в плане считать положительными, если значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения в плане находятся в пределах ± 5 м.

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