

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



А.Н. Щипунов

08

2025 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

КОМПЛЕКСЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ «АЗИМУТ ДТМ»

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 651-25-035

г.п. Менделеево
2025 г.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Настоящая методика применяется для поверки комплексов измерительных программно-технических «Азимут ДТМ» (далее - комплекс), используемых в качестве рабочих средств измерений 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 (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 и на контролируемом участке (ТВ датчики тип 1), км/ч	от 0 до 350 включ.
Пределы допускаемой погрешности измерений скорости движения ТС в зоне контроля и на контролируемом участке (ТВ датчики тип 1): – абсолютной в диапазоне от 0 до 100 км/ч включ., км/ч – относительной в диапазоне св. 100 км/ч до 350 км/ч включ., %	±2 ±2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени комплекса с национальной шкалой времени UTC(SU), мкс	±1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности присвоения временной метки видеокадру, мс	±50
Диапазон измерений интервалов времени, с	от 1 до 86400
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений интервалов времени, с	±1
Границы допускаемой абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат в плане*, м	±5
* - метрологическая характеристика нормирована для значений геометрического фактора PDOP расположения спутников GPS и ГЛОНАСС, сигналы которых принимаются одновременно, не превышающих 3	

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 Для поверки комплекса измерительного программно-технического «Азимут ДТМ» 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 присвоения временной метки видеокадру	10.1	Да	Да
Определение абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени комплекса с национальной шкалой времени UTC(SU)	10.2	Да	Да
Определение диапазона и погрешности измерений скорости движения транспортных средств (ТС) по в зоне контроля по видеокадрам	10.3	Да	Да
Определение диапазона и погрешности измерений скорости движения ТС на контролируемом участке по видеокадрам	10.4	Да	Да
Определение абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат в плане	10.5	Да	Да
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений интервалов времени	10.6	Да	Да

2.2 Объем первичной поверки определяется исходя из измерительных задач, решаемых комплексом.

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. Метрологические характеристики, поверяемые в обязательном порядке определены в п. 10.1, 10.2 и 10.5.

2.4 Для комплекса, применяемого для контроля скорости движения ТС в зоне контроля и на контролируемом участке по видеокадрам в случае изменения схем монтажа, а также изменения местоположения комплексов, производится внеочередная поверка в объеме периодической поверки.

2.5 Поверка по п.п. 10.3 и 10.4 осуществляется только по месту эксплуатации комплексов и только для комплексов, в состав которых входит хотя бы один детализирующий ТВ датчик (тип 1).

2.6 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 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 инструкциями по эксплуатации.

3.3 Первичная и периодическая поверка комплекса по пп. 10.1, 10.2, 10.5 и 10.6 может проводиться как в лабораторных условиях, так и по месту эксплуатации комплексов.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются специалисты организаций, аттестованных на поверку средств измерений в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации.

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 -60 до +65 °C с абсолютной погрешностью не более 1 °C; средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 0 до 98 % с погрешностью не более 2 %	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 71394-18
п.10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Средства измерений, применяемые в качестве эталонов не ниже 5-го разряда (по ГПС для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360) единиц времени, синхронизированные по сигналам ГНСС ГЛОНАС с абсолютной погрешностью синхронизации шкалы времени выходного сигнала частотой 1 Гц (1 PPS) относительно шкалы времени UTC(SU) не более ±15 мс; Средства измерений, применяемые в качестве эталонов не ниже 2-го разряда в соответствии с ГПС для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Росстандарта № 1374 от 07.06.2024, предел допускаемой погрешности формирования координат местоположения потребителя ГНСС в системах координат WGS-84, ПЗ-90.11, ГСК-2011 не более 2,5 м; предел допускаемой абсолютной погрешности хранения абсолютных координат в системах координат WGS-84, ПЗ-90.11, ГСК-2011 не более 0,3 м;	Источники первичного точного времени УКУС-ПИ 02ДМ, рег. № 60738-15 Комплекс эталонный формирования и измерения радионавигационных параметров ЭФИР, рег. № 82567-21;

	<p>Средства измерений, применяемые в качестве рабочих эталонов для средств измерений времени и частоты и предназначенные для привязки метки времени (1PPS), синхронизированных по сигналам ГНСС ГЛОНАС/GPS с абсолютной погрешностью синхронизации шкалы времени UTC(SU) не более 300 нс;</p> <p>Средства измерений скорости в диапазоне от 0 до 350 км/ч с погрешностью измерений скорости не более 0,3 м/с;</p> <p>Средства измерений, предназначенные для измерения временных интервалов в диапазоне от от 0,1 мкс до 86400 с абсолютной погрешностью измерений 200 нс.</p>	<p>Аппаратура геодезическая спутниковая NV08C-RTK-M, (рег. № 75078-19);</p> <p>Аппаратаура навигационно-временная потребителей глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS/GALILEO/SBAS NV08C-MCM, NV08C-CSM и NV08C-CSM-DR, рег. № 52614-13;</p> <p>Частотомеры универсальные CNT-91, рег. № 41567-09</p>
Вспомогательное оборудование		
	Индикатор времени с точностью отображения времени до 0,0001 с	Индикатор времени «ИВ-1»

5.2 Вместо указанных в таблице 3 средств поверки допускается применять другие аналогичные, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых комплексов с требуемой точностью.

5.3 Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь сведения о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

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 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. В противном случае комплекс бракуется, дальнейшие операции поверки не производят.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1. Подготовить комплекс к работе, при этом:

- включить питание комплекса, дождаться выхода комплекса на рабочий режим согласно «Руководства по эксплуатации» (далее – РЭ) и «Руководства оператора» (далее – РО);

- подключить ноутбук к комплексу согласно РЭ;

- запустить web-браузер и подключиться к комплексу согласно РО;

8.2 В web-интерфейсе комплекса перейти на страницу «Мониторинг».

8.3 Убедиться, что на экране монитора ноутбука выводится изображение с указанием текущего времени и координат.

8.4 Результаты опробования по разделу 8 считать положительными, если выполняются требования п. 8.3.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Используя web-интерфейсе комплекса, перейти на страницу «Система».

9.2 На странице системы в подразделе «Идентификационные данные ПО» считать версию файла.

9.3 Результаты поверки по разделу 9 считать положительными, если идентификационные данные соответствуют указанным в таблице 4.

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Азимут 4
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 4.0.0
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 присвоения временной метки видеокадру

10.1.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 1. Для этого сетевым кабелем (из комплекта индикатора времени «ИВ-1») соединить выход «SIRF» на источнике первичном точного времени УКУС-ПИ 02ДМ (далее - УКУС-ПИ 02ДМ) с соответствующим входом на индикаторе времени «ИВ-1». Коаксиальным кабелем (из комплекта индикатора времени «ИВ-1») соединить выход «1 PPS» на УКУС-ПИ 02ДМ с соответствующим входом на индикаторе времени «ИВ-1». Сетевым кабелем (из комплекта комплекса) соединить выход комплекса RJ-45 с соответствующим входом на ПК. Подключить питание к УКУС-ПИ 02ДМ, индикатору времени «ИВ-1» и комплексу.



Рисунок 1 – Схема проведения измерений

10.1.2 Обеспечить радиовидимость сигналов навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС в верхней полусфере. 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.

10.1.3 Перед проведением измерений выдержать комплекс не менее 30 минут.

10.1.4 Убедиться, что комплекс синхронизирован со шкалой времени ГЛОНАСС. Для этого в web-интерфейсе комплекса перейти на страницу «Дата и время» и убедиться, что значения, указанные в таблице "Синхронизация" соответствуют таблице 5.

Таблица 5

Наименование разделов	Значение
Источник синхронизации	PPS
Отклонение, мс	от -1 до +1
Нестабильность, мс	от -1 до +1
Посл. синхр., с	не более 60

10.1.5 Перейти во вкладку «Метрология» и в каждом из каналов распознавания нажать виртуальную кнопку «Проверка». Откроется окно «Живое видео».

10.1.6 В окне «Живое видео» сформировать не менее пяти видеокадров от каждого ТВ датчика комплекса, нажав кнопку «Снимок», в течение 5 минут с изображением индикатора времени «ИВ-1». Оуществить выборку сформированных видеокадров.

10.1.7 Для каждого сформированного кадра сравнить в i -й момент времени значения времени $T_{\text{Э}}$ (изображение индикатора времени «ИВ-1» на видеокадре) с временем формированием видеокадра T_K (значение времени, записанное в верхнем левом углу видеокадра), определить их разность (абсолютную погрешность присвоения временной метки видеокадру) по формуле:

$$\Delta T_i = T_{ki} - T_{\text{Э}i},$$

где ΔT_i – значение абсолютной погрешности присвоения временной метки видеокадру;
 T_{ki} – время, присвоенное комплексом i -му видеокадру;
 $T_{\text{Э}i}$ – значение времени по индикатору времени «ИВ-1» на i -м видеокадре.

10.1.8 Результаты поверки по п. 10.1 считать положительными, если для всех типов ТВ датчиков и для всех измерений, полученные значения абсолютной погрешности присвоения временной метки видеокадру находятся в пределах ± 50 мс.

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

10.2.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 2.

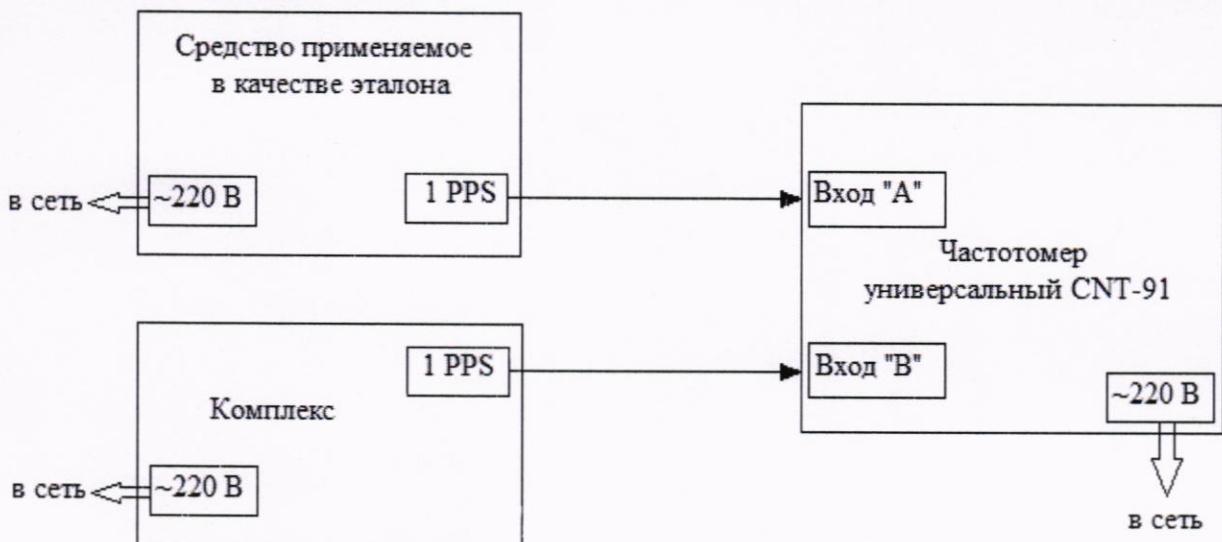


Рисунок 2 – Схема проведения испытаний

10.2.2 Провести подготовку комплекса к работе, согласно руководству по эксплуатации.

10.2.3 Обеспечить максимальную радиовидимость сигналов навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС в небесной полусфере. В соответствии с эксплуатационной документацией на средство измерений, применяемое в качестве эталона (далее – эталон времени) подготовить его к работе. Убедиться в том, что комплекс и эталон времени готовы к выполнению измерений. Подключить выходы 1 Гц (1PPS) эталона времени и комплекса к входам частотометра «A» и «B» соответственно. Настроить частотометр на: измерение интервалов времени по передним фронтам импульсных сигналов; уровень срабатывания по входу «A» – 1,0 В, по входу «B» – 0,5 от амплитуды (или 0,2 В); входное сопротивление 50 Ом, тип сигнала DC, количество измерений не менее N=1000, установить Smart измерения (в случае наступления события на входе «B» ранее, чем на входе «A», результату измерений присвоит знак минус).

10.2.4 По истечении 1000 измерений (~17 мин, количество измерений отображается на частотомете и должно быть не менее 1000) на частотомете зафиксировать максимальное и минимальное значения измеряемого интервала времени (абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени комплексов с национальной шкалой времени UTC(SU)).

10.2.5 Результаты поверки по п. 10.2 считать положительными, если значения абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени комплексов с национальной шкалой времени UTC(SU) находятся в пределах ± 1 мкс.

10.3 Определение диапазона и погрешности измерений скорости движения ТС в зоне контроля по видеокадрам

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

10.3.2 Въехать на ТС в зону контроля комплекса. Заглушить двигатель. Провести измерение комплексом скорости движения ТС. Установить частоту выдачи данных навигационным приемником (темпер решения) 10 Гц. Начать запись данных с навигационного приемника.

10.3.3 Проехать на ТС зону контроля не менее 3 раз с разными скоростями в каждом поддиапазоне, 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.

10.3.4 Остановить запись данных с навигационного приемника.

10.3.5 По данным с комплекса определить время фиксации ТС в зоне контроля для всех проездов.

10.3.6 Выбрать из записанных данных с навигационного приемника данные, соответствующие моментам времени, зафиксированных комплексом, для всех проездов.

10.3.7 Для всех значений скорости рассчитать значение ΔV_i - абсолютной погрешности измерений скорости движения ТС в зоне контроля по видеокадрам по формуле:

$$\Delta V_i = V_i - V_{\vartheta i},$$

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

$V_{\vartheta i}$ – значение скорости, измеренное по данным навигационного приемника для i -го проезда.

10.3.8 Для скоростей в диапазоне свыше 100 до 350 км/ч включительно рассчитать значение δV_i - относительной погрешности измерений скорости движения ТС в зоне контроля по видеокадрам по формуле:

$$\delta V_i = (\Delta V_i / V_{\vartheta i}) \cdot 100 \%$$

10.3.9 Результаты поверки по п. 10.3 считать положительными, если для всех проведенных измерений, значения погрешности измерений скорости движения ТС в зоне контроля по видеокадрам для скоростей от 0 до 350 км/ч включительно находятся в пределах:

– абсолютной в диапазоне от 0 до 100 км/ч включ. $- \pm 2$ км/ч

– относительной в диапазоне св. 100 км/ч до 350 км/ч включ. $- \pm 2 \%$.

10.4 Определение диапазона и погрешности измерений скорости движения ТС на контролируемом участке по видеокадрам

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

10.4.2 Установить частоту выдачи данных навигационным приемником 10 Гц. Начать запись данных с навигационного приемника.

10.4.3 Проехать на ТС контролируемый участок не менее 3 раз с разными скоростями в каждом поддиапазоне, 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 на контролируемом участке во время поверки.

10.4.4 Остановить запись данных с навигационного приемника.

10.4.5 По данным с комплексов определить время фиксации ТС на въезде и выезде с контролируемого участка для всех проездов.

10.4.6 Выбрать из записанных данных с навигационного приемника данные, соответствующие интервалам времени нахождения ТС на контролируемом участке для всех проездов.

10.4.7 Для каждого проезда определить скорость движения ТС на контролируемом участке по данным с навигационного приемника по формуле:

$$V_{\vartheta i} = \frac{\sum_{j=1}^N V_j(i)}{N},$$

где $V_{\vartheta i}$ – значение скорости на контролируемом участке по данным с навигационного приемника для i -го проезда, выраженное в км/ч;

$V_j(i)$ – значения мгновенной скорости по данным с навигационного приемника для i -го проезда, выраженные в км/ч;

N – количество значений мгновенной скорости по данным с навигационного приемника для i -го проезда.

10.4.8 Для всех значений скорости рассчитать значение ΔV_i - абсолютной погрешности измерений скорости движения ТС на контролируемом участке по видеокадрам по формуле:

$$\Delta V_i = V_i - V_{\vartheta i},$$

где V_i – значение скорости на контролируемом участке, измеренное комплексами для i -го проезда, выраженное в км/ч.

$V_{\vartheta i}$ – значение скорости определенное по данным с навигационного приемника для i -го проезда.

10.4.9 Для скоростей в диапазоне свыше 100 до 350 км/ч включительно рассчитать значение δV_i - относительной погрешности измерений скорости движения ТС на контролируемом участке по видеокадрам по формуле:

$$\delta V_i = (\Delta V_i / V_{\vartheta i}) \cdot 100 \text{ \%}.$$

10.4.10 Результаты поверки по п. 10.4 считать положительными, если для всех проведенных измерений значения погрешности измерений скорости движения ТС на контролируемом участке по видеокадрам для скоростей от 0 до 350 км/ч включительно находятся в пределах:

- абсолютной в диапазоне от 0 до 100 км/ч включ. $- \pm 2 \text{ км/ч}$
- относительной в диапазоне св. 100 км/ч до 350 км/ч включ. $- \pm 2 \text{ \%}$.

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

Вариант 1 (с применением геодезического пункта).

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

10.5.2 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 3, установив моноблок из состава комплекса на одном из геодезических пунктов из состава комплекса эталонного формирования и измерения радионавигационных параметров ЭФИР. Подготовить поверяемый комплекс к измерениям согласно РЭ.

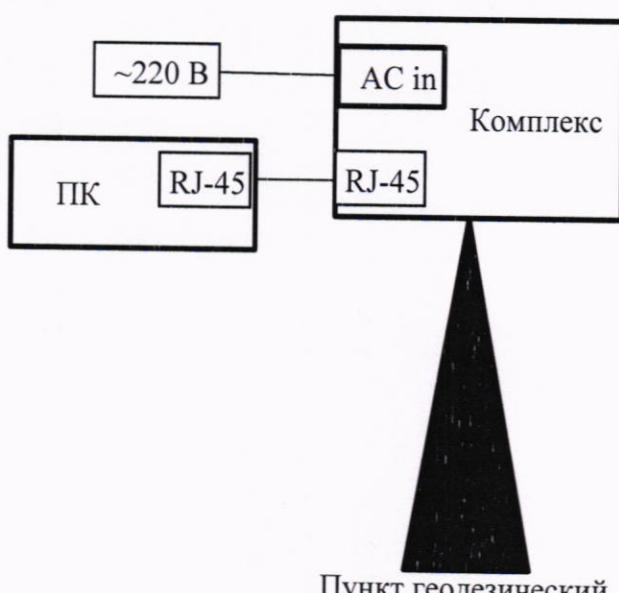


Рисунок 3 – Схема проведения измерений

10.5.3 С помощью диалога «Лог GPS» web-интерфейса комплекса осуществить запись не менее 300 NMEA сообщений с частотой 1 Гц для испытываемого средства.

10.5.4 Из записанных файлов с измерениями выбрать измерения координат местоположения (сообщения \$**GGA или \$**RMC) по широте и долготе со значениями геометрического фактора PDOP ≤ 3 (сообщения NMEA \$**GSA).

10.5.5 Выполнить преобразование данных измерений из строк \$**RMC и \$**GGA в формат, описанный в таблице 6.

Таблица 6 – Формат файла измерений

Тип данных	Формат
Время	время от начала дня в шкале времени UTC, с
Широта	градусы, XX.XXXXXX°
Долгота	градусы, XX.XXXXXX°
Высота	над эллипсоидом, м

10.5.6 Пересчитать координаты геодезического пункта на фазовый центр антенны аппаратуры, получив координаты опорной точки.

10.5.7 Рассчитать абсолютную погрешность измерения широты по формуле:

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

где B_i — широта, измеренная аппаратурой, °;
 B_{ref} — широта опорной точки, °.

10.5.8 Рассчитать абсолютную погрешность измерения долготы по формуле:

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

где L_i — долгота, измеренная аппаратурой, °;
 L_{ref} — долгота опорной точки, °.

10.5.9 Перевести полученные значения абсолютной погрешности измерения широты и долготы в метры по формулам:

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

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

где $\Delta B_i, \Delta L_i$ — абсолютная погрешность измерения широты и долготы на i -ю эпоху, °;
 a — большая полуось общеземного эллипсоида, м;
 e — эксцентриситет общеземного эллипсоида.

10.5.10 Рассчитать математическое ожидание абсолютной погрешности измерения широты и долготы по формулам:

$$M_B = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \Delta B'_i;$$

$$M_L = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \Delta L'_i,$$

где N — количество измерений.

10.5.11 Рассчитать СКО абсолютной погрешности измерения широты и долготы по формулам:

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

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

10.5.12 Рассчитать погрешность (при доверительной вероятности 0,95) измерения координат в плане по формуле:

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

Вариант 2 (с применением имитатора сигналов ГНСС).

10.5.13 Собрать схему в соответствии с рисунком 4.

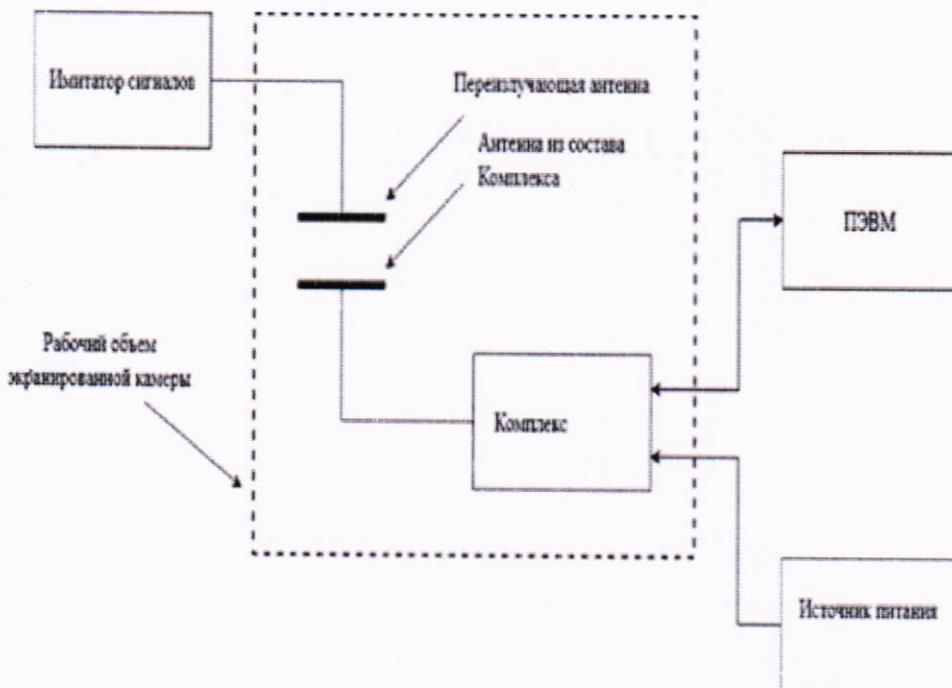


Рисунок 4 – Схема проведения измерений

10.5.14 Осуществить подключение ПЭВМ к комплексу через Ethernet-канал связи.

10.5.15 Запустить имитатор сигналов из состава комплекса эталонного формирования и измерения радионавигационных параметров ЭФИР согласно его руководству по эксплуатации.

10.5.16 Запустить комплекс согласно его руководству по эксплуатации.

10.5.17 Запустить веб-браузер на ПЭВМ, указав при этом в графе адреса IP-адрес данного комплекса из паспорта.

10.5.18 На открывшейся странице ввести данные в поле «Логин» и в поле «Пароль». Выждать время прогрева имитатора сигналов до выхода его рабочих параметров на номинальный режим работы.

10.5.19 Запустить на имитаторе сигналов сценарий согласно таблице 7.

Таблица 7 – Параметры сценария

Наименование характеристики	Значение
Формируемые спутниковые навигационные сигналы	ГЛОНАСС L1, код СТ, GPS L1, код С/A
Время начала воспроизведения сценария	начало дня в шкале времени UTC (SU)
Количество НКА ГЛОНАСС, GPS	текущая группировка
Продолжительность, мин	60
Дискретность записи в файл формируемой траектории движения объекта, с	1
Параметры среды распространения навигационных сигналов	тропосфера присутствует, модель stanag ионосфера присутствует, модель весна
Формируемые сигналы функциональных дополнений	нет
Модель движения объекта	неподвижная точка с параметрами: – широта 56°00'00" N – долгота 37°00'00" E – высота 200 м

10.5.20 Начать запись файла измерений комплекса.

10.5.21 После окончания выполнения сценария скачать файл измерений с комплекса.

10.5.22 Подготовить файл траектории сценария с имитатора сигналов в формате, описанном в таблице 8.

Таблица 8 – Формат файла траектории сценария

Тип данных	Формат
Время	время от начала дня в шкале времени UTC (SU), с
Широта	градусы, XX.XXXXXX°
Долгота	градусы, XX.XXXXXX°
Высота	над эллипсоидом, м

10.5.23 Выбрать из файла измерений комплекса строки \$GNRMC и \$GNGGA на эпоху с пространственным геометрическим фактором ухудшения точности PDOP не более 3, указанным в пакете \$GNGSA. Протокол NMEA0183 описан по ссылке https://geostar-navi.com/files/docs/geos5/GeoS_NMEA_protocol_v4_0_rus.pdf (дата обращения 13.11.2024).

10.5.24 Выполнить преобразование данных измерений из строк \$GNRMC и \$GNGGA в формат, описанный в таблице 8.

10.5.25 Провести операции по пп. 10.5.7 – 10.5.12.

10.5.26 Результаты поверки по п. 10.5 считать положительными, если при расчете по

любому из вариантов, значение абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат в плане находится в пределах ± 5 м.

10.6 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений интервалов времени

10.6.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 1.

10.6.2 Убедиться, что комплекс и УКУС-ПИ 02ДМ синхронизированы с национальной координированной шкалой времени UTC(SU).

10.6.3 В web-интерфейсе комплекса выбрать вкладку «Метрология». Нажать виртуальную кнопку «Начать интервал», комплекс при этом сделает фотографию индикатора времени «ИВ-1» (фото 1). Через интервал времени примерно равный 1 с, нажать виртуальную кнопку «Закончить интервал». При этом комплекс сделает еще одну фотографию индикатора времени «ИВ-1» (фото 2).

10.6.4 Рассчитать значение интервала времени, полученного с помощью УКУС-ПИ 02ДМ по формуле:

$$T_{\text{эт}} = T_{2\vartheta} - T_{1\vartheta},$$

где $T_{1\vartheta}$ – значение времени, показываемого индикатором времени «ИВ-1» на фото 1, с;

$T_{2\vartheta}$ – значение времени, показываемого индикатором времени «ИВ-1» на фото 2, с.

10.6.5 Считать значение интервала времени, измеренного комплексом T_k , отображенное на фото 2.

10.6.6 Сравнить значение интервала $T_{\text{эт}}$ с временем T_k и определить их разность по формуле (с учетом поясного времени):

$$\Delta T = T_{\text{эт}} - T_k$$

10.6.7 Повторить пп. 10.6.3 – 10.6.6 для интервалов времени 60 с, 900 с (время контролировать по индикатору времени «ИВ-1»).

10.6.8 Результаты испытаний считать положительными, если для всех проведенных измерений значения абсолютной погрешности измерений интервалов времени находятся в пределах ± 1 с.

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, на средство измерений выдается свидетельство о поверке 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