

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



_____ А.Н. Щипунов

«10» _____ 10 2024 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ
КОМПЛЕКСЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ С ФОТОФИКСАЦИЕЙ «АВТОУРАГАН-ПП»

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 651-24-042

г.п. Менделеево
2024 г.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Настоящая методика применяется для поверки комплексов измерительных с фотофиксацией «АвтоУраган-ПП» (далее - комплекс) всех исполнений, используемых в качестве рабочих средств измерений и устанавливает объем и методы первичной и периодических поверок.

1.2 Прослеживаемость результатов измерений при поверке комплексов обеспечивается к государственному первичному специальному эталону единицы длины ГЭТ 199-2024 в соответствии с государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Росстандарта от 07.06.2024 № 1374 и к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360.

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 шкалы времени комплекса с национальной шкалой времени UTC(SU), с	± 2
Доверительные границы допускаемой погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения координат в плане*, м	± 3
- при стационарном и передвижном размещении комплекса	$\pm 4,5$
- при мобильном размещении комплекса в диапазоне скоростей от 0 до 50 км/ч	
где * - метрологическая характеристика определена по сигналам от спутников GPS и ГЛОНАСС, принимаемых одновременно, при PDOP ≤ 3	

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 Для поверки комплексов измерительных с фотофиксацией «АвтоУраган-ПП» 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 синхронизации внутренней шкалы времени (ШВ) комплексов к ШВ UTC(SU)	10.1	Да	Да

Определение погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения координат в плане в неподвижном положении комплексов	10.2	Да	Да
Определение погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения координат в плане в движении комплексов в диапазоне скоростей от 0 до 50 км/ч	10.3	Да	Да

2.2 При первичной и периодической поверке:

- определение метрологических характеристик по пп. 10.1 и 10.2 обязательна для всех комплексов;

- поверка по п. 10.3 проводится только для комплексов, применяемых в мобильном варианте размещения.

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 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.

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.

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	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 $\pm 0,7$ с;	Источники первичные точного времени УКУС-ПИ 02ДМ, рег. № 60738-15

	Средства измерений, применяемые в качестве рабочих эталонов не ниже 2-го разряда по ГПС для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Росстандарта № 1374 от 7.06.2024 и предназначенные для измерений координат стационарных объектов с абсолютной погрешностью определения координат (при доверительной вероятности 0,95) не более ± 1 м и 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 не более 1,5 м	Комплекс эталонный формирования и измерения радионавигационных параметров ЭФИР, рег. № 82567-21
пп. 7 – 10 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -20 до +50 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 0 до 95 % с погрешностью не более 2 %	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 15500 – 12 Измерители параметров микроклимата Метеоскоп-М, рег. № 32014-11
Вспомогательное оборудование		
п. 10.1	Индикатор времени с точностью отображения времени до 0,0001 с	Индикатор времени «ИВ-1»
п. 10.2	Средство измерений расстояний в диапазоне 5-15 см с погрешностью не более 0,1 см	Линейка измерительная металлическая ГОСТ427-75

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, 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 и включить его.

8.2 Убедиться, что на экране появляется стартовая страница после введения соответствующих идентификационных данных. Защита программного обеспечения от изменения метрологически значимой его части реализована путем введения пароля администратора при входе в меню настроек. После запуска программы «АвтоУраган-ПП» появляется окно программы с изображением, снимаемым комплексом, с отображением текущего времени и координат.

8.2.3 Результаты поверки по разделу 8 считаются положительными, если функционирование комплекса соответствует п. 8.2.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Используя пароль войти во вкладку «Настройки». В меню выбрать раздел «Метрологическая часть ПО».

9.2 Войти в раздел и считать идентификационные данные метрологически значимой части ПО.

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	Mtc.java
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.3
Цифровой идентификатор ПО	-

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

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

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.

10.1.3 В соответствии с руководством по эксплуатации навести комплекс на индикатор времени «ИВ-1». В автоматическом режиме комплекс сделает фото индикатора времени «ИВ-1» с действительным значением национальной ШВ UTC(SU) и, через интервал времени, также в автоматическом режиме, обзорное фото. На сформированном отчетном изображении должны быть видны два кадра и время, наложенное на изображение комплексом, в соответствии с рисунком 2.

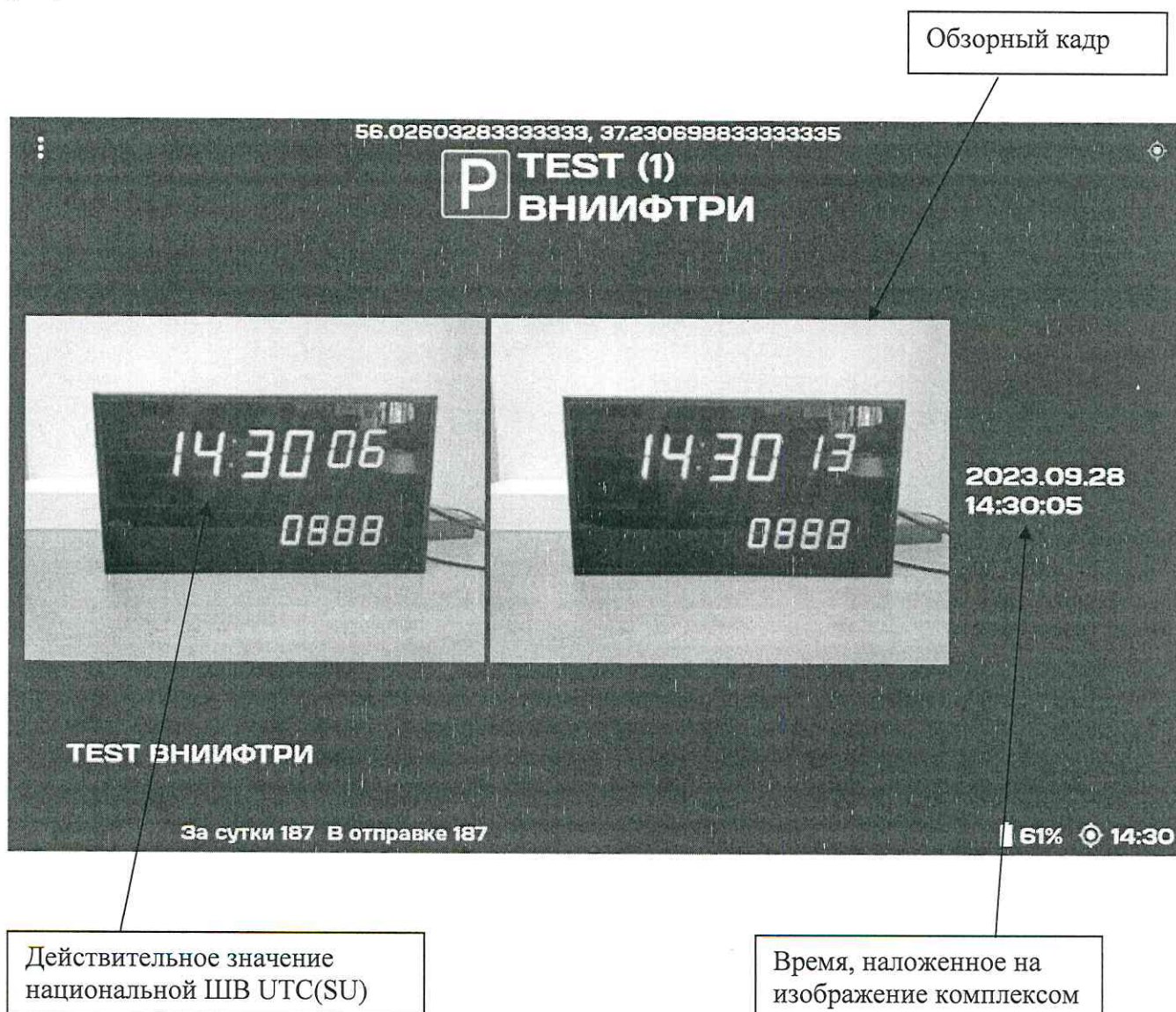


Рисунок 2 – Пример отчетного изображения, сформированного комплексом

10.1.4 В течении 10 минут повторить операции по п. 10.1.3 и получить не менее 5 отчетных изображений.

10.1.5 Для каждого отчетного изображения определить абсолютную погрешность синхронизации шкалы времени комплекса с национальной шкалой времени UTC(SU) по формуле (с учетом поясного времени):

$$\Delta T(j) = T(j) - T_{действ},$$

где $\Delta T(j)$ – абсолютная погрешность синхронизации шкалы времени комплекса с национальной шкалой времени UTC(SU) в j-й момент времени, с;

$T(j)$ – время, наложенное на изображение комплексом в j-й момент времени, с;

$T_{действ}$ – действительное значение национальной ШВ UTC(SU) в j-й момент времени, с.

10.1.6 Результаты поверки по п. 10.1 считать положительными, если для каждого результата измерений значения абсолютной погрешности синхронизации шкалы времени комплекса с национальной шкалой времени UTC(SU) находятся в пределах ± 2 с.

10.2 Определение погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения координат в плане при стационарном и передвижном размещении комплекса

Обеспечить максимальную радиовидимость сигналов навигационных космических аппаратов в небесной полусфере. Подготовить комплекс и навигационный приемник из состава рабочего эталона к проведению измерений в соответствии с инструкциями по эксплуатации. Перед проведением измерений не менее чем на 30 мин. запустить комплекс.

10.2.1 Определить значения широты и долготы (L и B) расположения комплекса, разместив антенну приемника из состава рабочего эталона рядом с комплексом на расстоянии 10 ± 2 см (расстояние контролируется линейкой).

10.2.2 С помощью web-интерфейса комплекса записать не менее 300 измерений координат.

10.2.3 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 глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) и $PDOP \leq 3$ (сообщения NMEA $***GSA$).

10.2.4 Определить погрешность определения координаты B (широта) по формуле:

$$\Delta B(i) = B(i) - B_{действ},$$

где $B_{действ}$ – действительное значение широты, секунда единицы плоского угла (далее – секунда);

$B(i)$ – измеренное значение широты в i-й момент времени, секунда.

10.2.5 Аналогичным образом погрешность определения координаты L (долгота).

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

- для широты:

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

- для долготы:

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

где a – большая полуось эллипсоида, м;

e – первый эксцентриситет эллипсоида;

$1'' = 0,000004848136811095359933$ радиан ($\text{arc}1''$).

B – значение широты, соответствующее $\Delta B(\text{секунда})$, $\Delta L(\text{секунда})$, радиан.

10.2.7 Рассчитать математическое ожидание 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 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 погрешность (по уровню вероятности 0,95) определения координат в плане при стационарном и передвижном размещении комплекса по формуле:

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

10.2.10 Результаты испытаний считать положительными, если значение погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения координат в плане при стационарном и передвижном размещении комплекса находится в пределах ± 3 м.

10.3 Определение погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения координат в плане при мобильном размещении комплекса в диапазоне скоростей от 0 до 50 км/ч

10.3.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 2. Для этого разместить комплекс в экранированной от сигналов ГНСС (безэховой) камере. В соответствии с руководством по эксплуатации подготовить комплекс и имитатор сигналов ГНСС, из состава рабочего эталона. Подключить выход «РЧ» имитатора сигналов ГНСС к устройству антенному. Подключить питание к имитатору сигналов ГНСС (на схеме не показано).

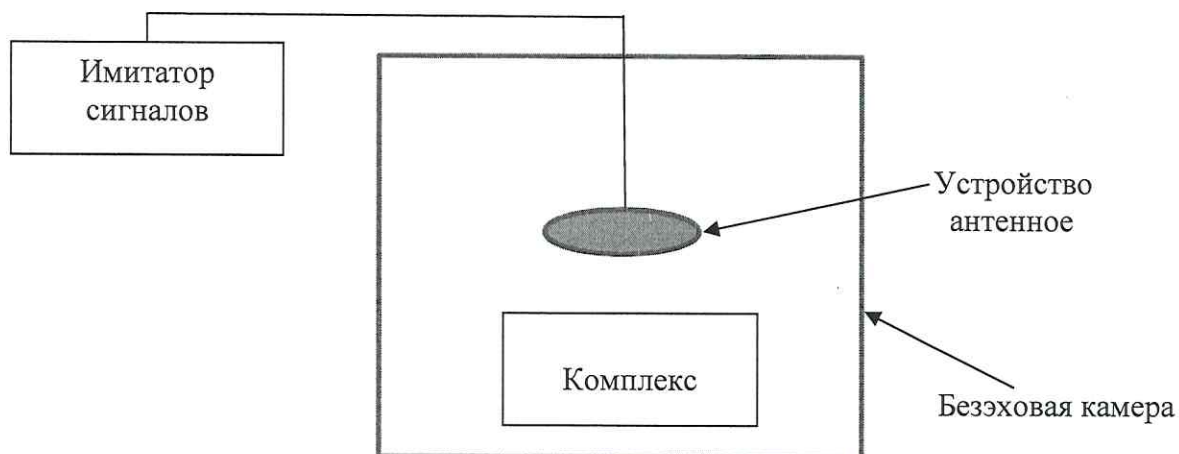


Рисунок 3 – Схема выполнения измерений

10.3.2 Подготовить сценарий имитации с параметрами, приведенными в таблице 5, в соответствии с руководством по эксплуатации на имитатор сигналов ГНСС.

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 сценария, мин	30
Количество НКА, не менее:	
- ГЛОНАСС	6
- GPS	6
Дискретность записи, с	1
Формируемые сигналы функциональных дополнений	нет
Параметры среды распространения навигационных сигналов	модель тропосферы отключена модель ионосферы отключена
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, км/ч	50

10.3.3 Запустить сценарий имитации на имитаторе сигналов ГНСС и записать сообщения NMEA навигационного приемника из состава комплекса с частотой 1 Гц.

10.3.4 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**).

10.3.5 Выполнить действия по пунктам 10.2.4 – 10.2.9.

10.3.6 Результаты поверки по п. 10.3 считать положительными, если значения погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения координат в плане при мобильном размещении комплекса в диапазоне скоростей от 0 до 50 км/ч находятся в пределах $\pm 4,5$ 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 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