

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального директора -  
заместитель по научной работе  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

М.п.

2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Системы малогабаритные инерциальные навигационные «КомпаНав-3»

Методика поверки

МП 8501-23-04

р. п. Менделеево  
2023 г.

## 1 Общие сведения

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки систем малогабаритных инерциальных навигационных «КомпаНав-3» (далее – системы), изготовленных обществом с ограниченной ответственностью «Текнол» (ООО «Текнол»), 117246, г. Москва, проезд Научный, д. 20, стр. 2, эт. 2, помещ. II, комн. 1, применяемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

1.2 Реализация данной методики поверки обеспечивает прослеживаемость к Государственному первичному специальному эталону единицы длины ГЭТ 199-2018 в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных измерений, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 года № 2831.

1.3 Реализация данной методики поверки обеспечивается применением прямого метода измерений.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой инструментальной погрешности измерений координат местоположения в системе координат WGS-84 при работе по сигналам L1ПТ ГНСС ГЛОНАСС и L1C/A ГНСС GPS в диапазоне высот от 0 до 9500 м, в диапазоне скоростей от 0 до 200 м/с, диапазоне линейных ускорений от 0 до 50 м/с <sup>2</sup> и геометрическом факторе ухудшения точности PDOP не более 3, м: - в плане - по высоте	±6 ±4
Пределы допускаемой абсолютной инструментальной погрешности измерений составляющих вектора скорости в системе координат WGS-84 при работе по сигналам L1ПТ ГНСС ГЛОНАСС и L1C/A ГНСС GPS в диапазоне скоростей от 0 до 200 м/с, диапазоне линейных ускорений от 0 до 50 м/с <sup>2</sup> и геометрическом факторе ухудшения точности PDOP не более 3, м/с: - составляющая в плане (горизонтальная) - составляющая по высоте (вертикальная)	±3,5 ±3,5

## 2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Подготовка и опробование средства измерений	да	да	8
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	-	-	9

Продолжение таблицы 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение инструментальной погрешности измерений координат местоположения в системе координат WGS-84 при работе по сигналам L1ПТ ГНСС ГЛОНАСС и L1С/А ГНСС GPS в диапазоне высот от 0 до 9500м, в диапазоне скоростей от 0 до 200 м/с, диапазоне линейных ускорений от 0 до 50 м/с <sup>2</sup> и геометрическом факторе ухудшения точности PDOP не более 3	да	да	9.1
Определение абсолютной инструментальной погрешности измерений составляющих вектора скорости в системе координат WGS-84 при работе по сигналам L1ПТ ГНСС ГЛОНАСС и L1С/А ГНСС GPS в диапазоне скоростей от 0 до 200 м/с, диапазоне линейных ускорений от 0 до 50 м/с <sup>2</sup> и геометрическом факторе ухудшения точности PDOP не более 3	да	да	9.2

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и система бракуется.

### 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверка проводится в рабочих условиях эксплуатации поверяемых систем и используемых средств поверки.

### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки систем допускается инженерно-технический персонал со средним или высшим техническим образованием, ознакомленный с документацией по поверке, имеющий право на поверку (аттестованный в качестве поверителей).

### 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Сведения о средствах поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 года № 2831: предел допускаемой погрешности формирования координат местоположения в системе координат WGS-84 $\leq 1,5$ м, предел допускаемой погрешности формирования скорости $\leq 0,1$ м/с	Имитатор сигналов спутниковых навигационных систем GSS6700, рег.№ 82349-21
<i>Вспомогательные средства</i>		
п.8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	ОС Windows XP, 7, 10, программное обеспечение «Recorder»	Персональный компьютер (ПЭВМ)
п.9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	ОС Windows XP, 7, 10, программное обеспечение «Recorder», «WinПОС»	Персональный компьютер (ПЭВМ)
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице. Все средства поверки должны быть исправны, поверены или аттестованы в соответствии с действующим законодательством		

### 6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

6.2 При проведении поверки необходимо принять меры защиты от статического напряжения, использовать антистатические заземленные браслеты и заземлённую оснастку.

### 7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре проверить:

- отсутствие механических повреждений и ослабления элементов, четкость фиксации их положения;

- чёткость обозначений, чистоту и исправность разъёмов и гнезд, наличие и целостность печатей и пломб.

7.2 Результаты поверки считать положительными, если выполняются требования п. 7.1.

## 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выполнить операции, оговоренные в РЭ на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить прогрев приборов для установления их рабочих режимов.

8.2 Собрать схему в соответствии с рисунком 1, подключив с помощью интерфейсного кабеля ПЭВМ к входу DB9F системы. Обеспечить радиовидимость сигналов навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС и GPS в верхней полусфере.

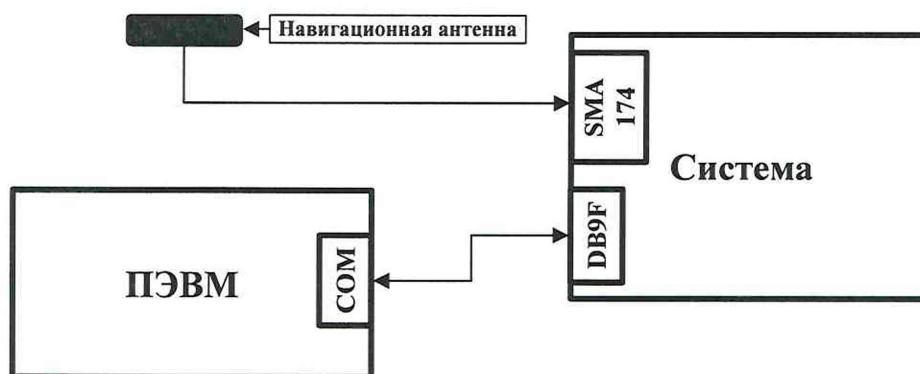


Рисунок 1 – Схема подключения систем для проверки работоспособности

8.3 Запустить ПЭВМ нажатием на кнопку включения.

8.4 На ПЭВМ запустить программу «Recorder».

8.5 В появившемся окне программы «Recorder» включить режим «ПРОСМОТР» путем нажатия на клавиатуре ПЭВМ клавиши «F3» или интерфейсной клавиши, указанной на рисунке 2.

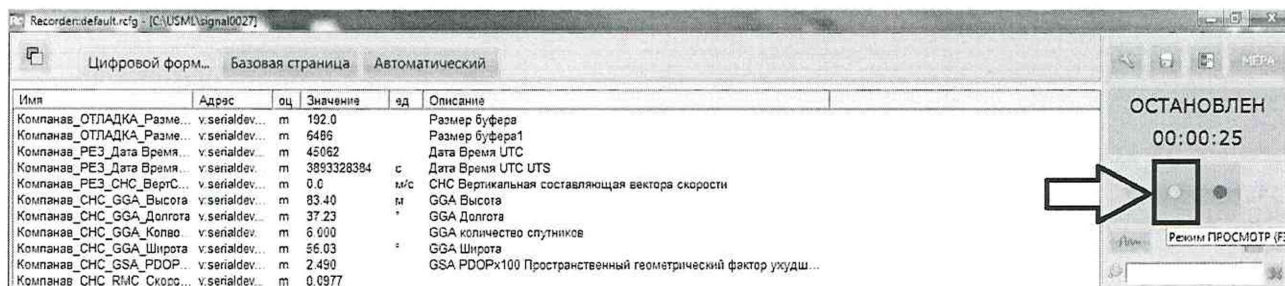


Рисунок 2 – Интерфейсная клавиша режима «ПРОСМОТР»

8.6 Убедиться, что в столбце «Значение» результаты измерений широты, долготы, высоты отличны от нуля.

8.7 Результаты поверки считать положительными, если выполняются требования п. 8.6.

## 9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определение инструментальной погрешности измерений координат местоположения в системе координат WGS-84 при работе по сигналам L1ПТ ГНСС ГЛОНАСС и L1C/A ГНСС GPS в диапазоне высот от 0 до 9500м, в диапазоне скоростей от 0 до 200 м/с, диапазоне линейных ускорений от 0 до 50 м/с<sup>2</sup> и геометрическом факторе ухудшения точности PDOP не более 3

9.1.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 3, подключив с помощью радиочастотного кабеля имитатор сигналов к входу SMA174 и с помощью интерфейсного кабеля ПЭВМ к входу DB9F системы.

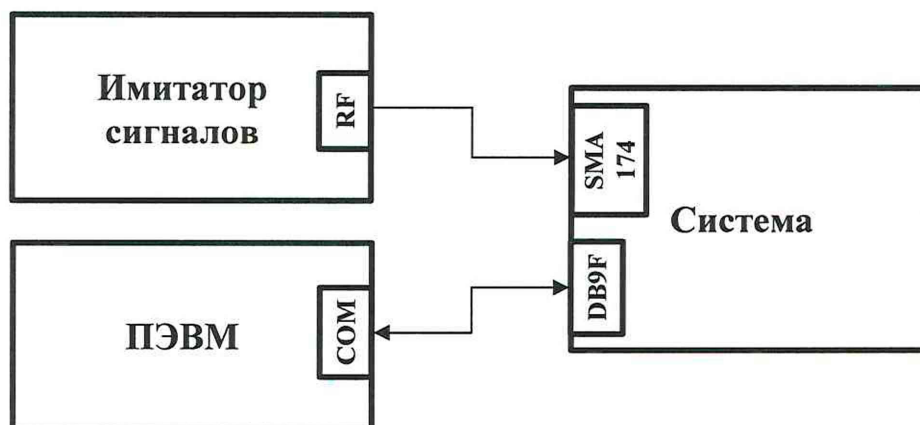


Рисунок 3 – Схема подключения систем для определения метрологических характеристик

9.1.2 Создать на имитаторе сигналов сценарий согласно таблице 4. При этом контролировать, чтобы значение геометрического фактора ухудшения точности PDOP не превышало 3.

Таблица 4

Наименование характеристики	Значение
Формируемые спутниковые навигационные сигналы	ГЛОНАСС L1ПТ GPS L1C/A
Продолжительность	не менее 50 минут
Дискретность записи в файл формируемой траектории движения объекта, с	1
Параметры среды распространения навигационных сигналов	тропосфера присутствует (модель STANAG) ионосфера присутствует (модель SUMMER)
Модель движения объекта (система координат WGS-84)	1) Стоянка в течение 10 мин (широта – произвольно, долгота – произвольно, высота – 0 м); 2) Набор высоты от 0 м до 9500 м при следующих параметрах изменения скорости: - набор скорости от 0 до 200 м/с за 4 с; - движение со скоростью 200 м/с; 3) Движение по прямой на высоте 9500 м со скоростью 200 м/с

9.1.3 Запустить ПЭВМ нажатием на кнопку включения.

9.1.4 На ПЭВМ запустить программу «Recorder».

9.1.5 Провести измерения системой в ходе исполнения сценария на имитаторе сигналов в течение 40 минут. Для этого включить в программе «Recorder» режим «ЗАПИСЬ» путем нажатия на клавиатуре ПЭВМ клавиши «F2» или интерфейсной клавиши, указанной на рисунке 4.

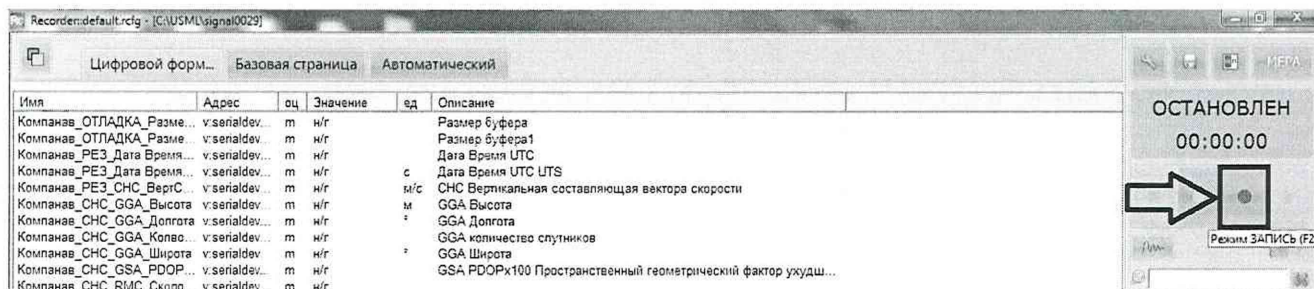


Рисунок 4 – Интерфейсная клавиша режима «ЗАПИСЬ»

9.1.6 Остановить в программе «Recorder» режим «ЗАПИСЬ» путем нажатия на клавиатуре ПЭВМ клавиши «F2» или интерфейсной клавиши, указанной на рисунке 5.

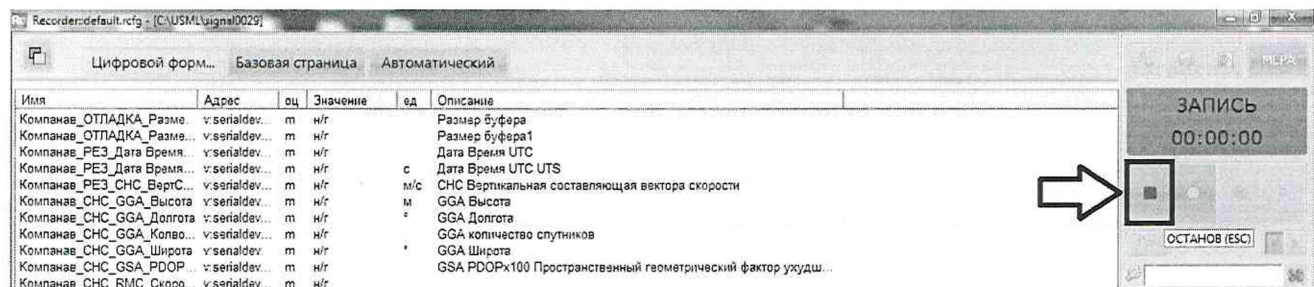


Рисунок 5 – Интерфейсная клавиша «ОСТАНОВ»

9.1.7 Перейти в интерфейс программы «WinПЛОС» путем нажатия интерфейсной клавиши «Запуск программы обработки» в окне программы «Recorder», указанной на рисунке 6.

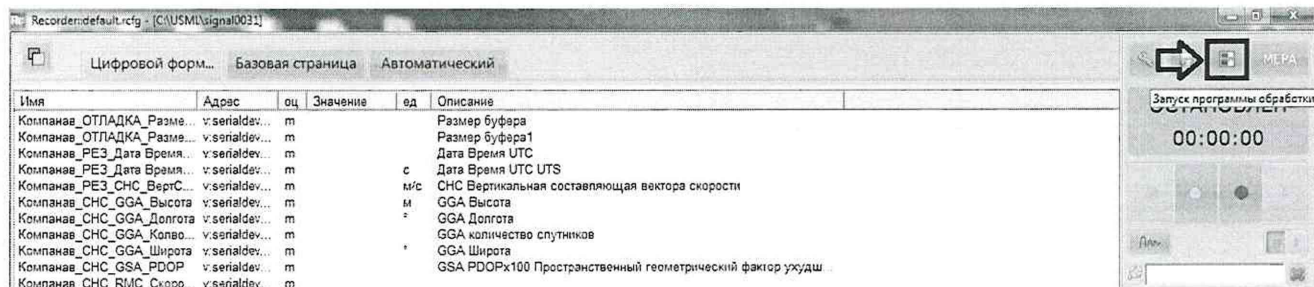


Рисунок 6 – Интерфейсная клавиша «Запуск программы обработки»

9.1.8 Преобразовать файл с полученными измерениями путём перетаскивания ярлыка в интерфейсе программы «WinПЛОС» как показано на рисунке 7.

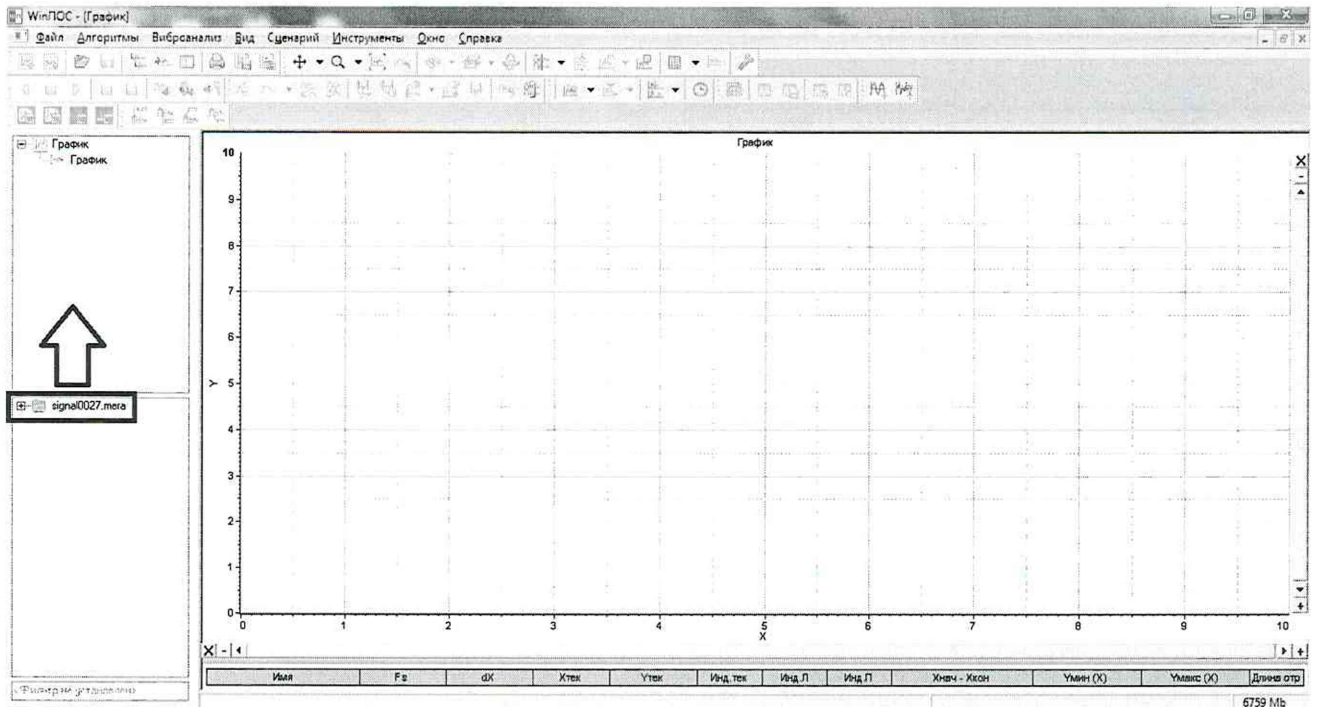


Рисунок 7 – Интерфейс программы «WinПОС»

9.1.9 Сохранить измерительную информацию в формате Microsoft Excel нажав в интерфейсе программы «WinПОС» Файл – Сохранить как (Тип файла: «файлы Microsoft Excel»), как показано на рисунке 8.

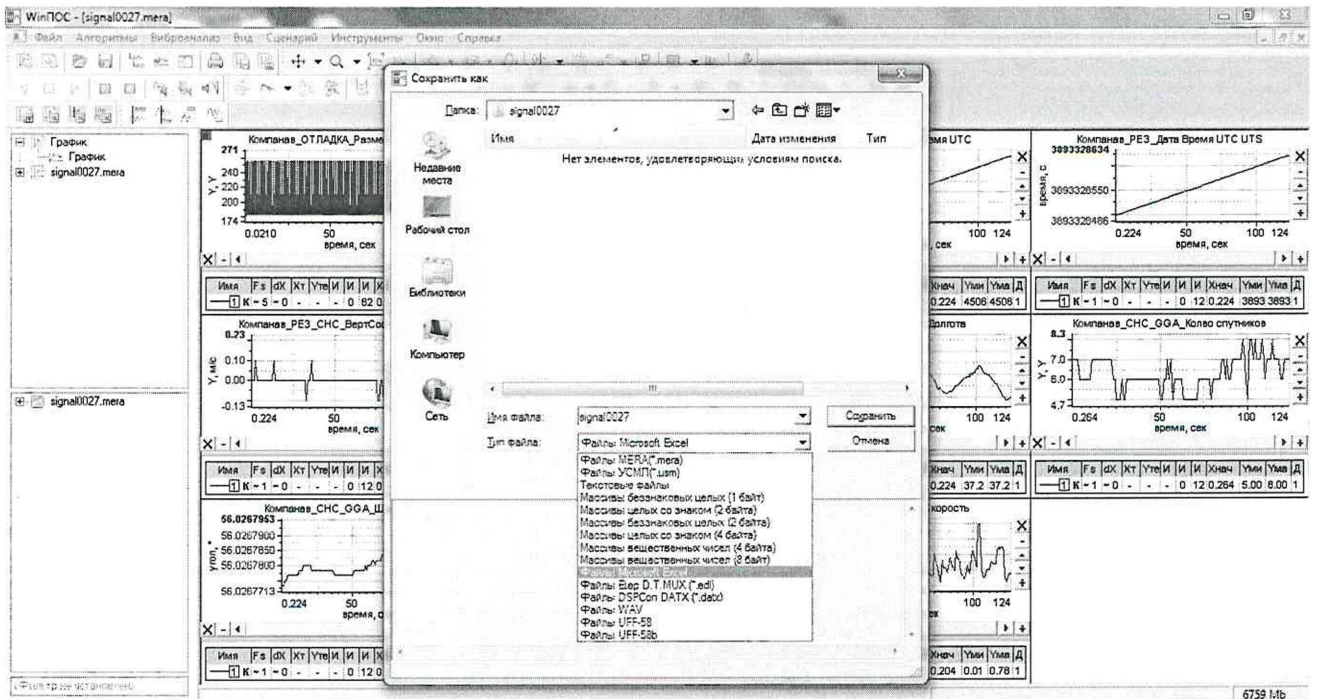


Рисунок 8 – Сохранение измерительной информации в интерфейсе программы «WinПОС»

9.1.10 Выбрать из файла измерений (п. 9.1.9) измерения координат местоположения (широта, долгота, высота) с геометрическим фактором ухудшения точности PDOP не более 3. Для обработки использовать не менее 1000 строк измерительной информации.



9.1.11 Рассчитать инструментальные погрешности определения широты по формуле (1):

$$\Delta B_i = B_i - B_{refi}, \quad (1)$$

где  $B_i$  — широта, измеренная системой в  $i$ -ый момент времени, градус единицы плоского угла (далее – градус);  
 $B_{refi}$  — широта из сценария имитатора сигналов в  $i$ -ый момент времени, градус.

9.1.12 Рассчитать инструментальные погрешности определения долготы по формуле (2):

$$\Delta L_i = L_i - L_{refi}, \quad (2)$$

где  $L_i$  — долгота, измеренная системой в  $i$ -ый момент времени, градус;  
 $L_{refi}$  — долгота из сценария имитатора сигналов в  $i$ -ый момент времени, градус.

9.1.13 Перевести полученные значения инструментальных погрешностей определения широты и долготы в метры по формулам (3) и (4) соответственно:

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

$$\Delta L'_i = \frac{\Delta L_i \cdot \pi}{180} \cdot \frac{a \cdot \cos B_{ref}}{\sqrt{1 - e^2 \cdot \sin^2 B_{refi}}}, \quad (4)$$

где  $\Delta B_i, \Delta L_i$  — абсолютная погрешность определения широты и долготы системой в  $i$ -ый момент времени, градус;  
 $a$  — большая полуось общеземного эллипсоида, м;  
 $e$  — эксцентриситет общеземного эллипсоида.

9.1.14 Рассчитать инструментальные погрешности определения высоты по формуле (5):

$$\Delta h_i = h_i - h_{refi}, \quad (5)$$

где  $h_i$  — высота, измеренная системой, м;  
 $h_{refi}$  — высота из сценария имитатора сигналов в  $i$ -ый момент времени, м.

9.1.15 Результаты поверки считать положительными, если значения инструментальной погрешности измерений координат местоположения в системе координат WGS-84 при работе по сигналам L1ПТ ГНСС ГЛОНАСС и L1С/А ГНСС GPS в диапазоне высот от 0 до 9500м, в диапазоне скоростей от 0 до 200 м/с, диапазоне линейных ускорений от 0 до 50 м/с<sup>2</sup> и геометрическом факторе ухудшения точности PDOP не более 3 в плане находятся в пределах  $\pm 6$ м, по высоте находится в пределах  $\pm 4$ м.

**9.2 Определение абсолютной инструментальной погрешности измерений составляющих вектора скорости в системе координат WGS-84 при работе по сигналам L1ПТ ГНСС ГЛОНАСС и L1С/А ГНСС GPS в диапазоне скоростей от 0 до 200 м/с, диапазоне линейных ускорений от 0 до 50 м/с<sup>2</sup> и геометрическом факторе ухудшения точности PDOP не более 3**

9.2.1 Выбрать 1000 измерений горизонтальной (вертикальной) составляющей вектора скорости с геометрическим фактором ухудшения точности PDOP не более 3 из файла измерений п. 9.1.9.

9.2.2 Рассчитать абсолютные инструментальные погрешности измерений составляющей вектора скорости, например, горизонтальной, по формуле (6):

$$\Delta V_i = V_i - V_{refi}, \quad (6)$$

где  $V_i$  — горизонтальная составляющая вектора скорости, измеренная системой в  $i$ -ый момент времени, м/с;

$V_{refi}$  — горизонтальная составляющая вектора скорости из сценария имитатора сигналов в  $i$ -ый момент времени, м/с.

Аналогично рассчитать абсолютные инструментальные погрешности измерений для вертикальной составляющей.

9.2.3 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной инструментальной погрешности измерений составляющих вектора скорости в системе координат WGS-84 при работе по сигналам L1ПТ ГНСС ГЛОНАСС и L1С/А ГНСС GPS в диапазоне скоростей от 0 до 200 м/с, диапазоне линейных ускорений от 0 до 50 м/с<sup>2</sup> и геометрическом факторе ухудшения точности PDOP не более 3 находятся в пределах  $\pm 3,5$  м/с.

## 10 Оформление результатов поверки

10.1 Сведения о результатах поверки систем передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ.

10.2 По заявлению владельца систем или лица, представившего их на поверку, в случае положительных результатов поверки, выдается свидетельство о поверке по установленной форме, соответствующей действующему законодательству.

10.3 По заявлению владельца систем или лица, представившего их на поверку, в случае отрицательных результатов поверки, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

Начальник отделения НИО-8 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник лаборатории 8501 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Ведущий инженер лаборатории 862 ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.М. Каверин

А.А. Фролов

А.А. Макаров