

СОГЛАСОВАНО

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


_____ **А.Н. Щипунов**
« 30 » _____ **2022 г.**



Государственная система обеспечения единства измерений

Модули приема сигналов СНС ГЛОНАСС и GPS (NAVSTAR) ТНЗ/СНС

Методика поверки

МП 8501-22-07

**р. п. Менделеево
2022 г.**

1 Общие сведения

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки модулей приема сигналов СНС ГЛОНАСС и GPS (NAVSTAR) ТНЗ/СНС (далее – модули ТНЗ/СНС), изготовленных акционерным обществом «Конвекд-6 ЛИИ» (АО «Конвекд-6 ЛИИ»), Московская область, г. Жуковский, 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 эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022, 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
Модуль ТНЗ/СНС/001	
Доверительные границы абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 определения координат местоположения по каждой координатной оси, м	±5
Доверительные границы абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 определения составляющих вектора скорости, м/с	±0,2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени модуля с национальной шкалой координированного времени UTC(SU) при работе по сигналам ГЛОНАСС и GPS, мкс	±1
Модуль ТНЗ/СНС/001-01	
Доверительные границы абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 определения координат местоположения по каждой координатной оси, м: - в абсолютном режиме; - в дифференциальном фазовом режиме в постобработке	±5 ±0,3
Доверительные границы абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 определения составляющих вектора скорости, м/с: - в абсолютном режиме; - в дифференциальном фазовом режиме в постобработке	±0,2 ±0,1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени модуля с национальной шкалой координированного времени UTC(SU) при работе по сигналам ГЛОНАСС и GPS, мкс	±1
Модуль ТНЗ/СНС/301	
Доверительные границы абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 определения координат местоположения по каждой координатной оси, м	±5
Доверительные границы абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 определения составляющих вектора скорости, м/с	±0,2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени модуля с национальной шкалой координированного времени UTC(SU) при работе по сигналам ГЛОНАСС и GPS, мкс	±1

Продолжение таблицы 1

Наименование характеристики	Значение
Модуль ТНЗ/СНС/301-01	
Доверительные границы абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 определения координат местоположения по каждой координатной оси, м: - в абсолютном режиме; - в дифференциальном фазовом режиме в постобработке	±5 ±0,3
Доверительные границы абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 определения составляющих вектора скорости, м/с: - в абсолютном режиме; - в дифференциальном фазовом режиме в постобработке	±0,2 ±0,1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени модуля с национальной шкалой координированного времени UTC(SU) при работе по сигналам ГЛОНАСС и GPS, мкс	±1
Примечание – Метрологические характеристики обеспечиваются при: - работе модуля по сигналам L1OF ГНСС ГЛОНАСС и L1C/A GPS одновременно; - геометрическом факторе PDOP не более 3, в диапазоне: ускорений от 0 до 40 м/с ² ; высот от 0 до 18000 м; скоростей от 0 до 500 м/с.	

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		
	ТНЗ/СНС/001 ТНЗ/СНС/301	ТНЗ/СНС/001-01 ТНЗ/СНС/301-01	ТНЗ/СНС/001 ТНЗ/СНС/301	ТНЗ/СНС/001-01 ТНЗ/СНС/301-01	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	да	да	7
Подготовка и опробование средства измерений	да	да	да	да	8
Проверка программного обеспечения	да	да	да	да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	-	-	-	-	10
Определение абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 определения координат местоположения по каждой координатной оси в абсолютном режиме	да	да	да	да	10.1

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		
	ТНЗ/СНС/001 ТНЗ/СНС/301	ТНЗ/СНС/001-01 ТНЗ/СНС/301-01	ТНЗ/СНС/001 ТНЗ/СНС/301	ТНЗ/СНС/001-01 ТНЗ/СНС/301-01	
Определение абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 определения координат местоположения по каждой координатной оси в дифференциальном фазовом режиме в постобработке	-	да	-	да	10.2
Определение абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 определения составляющих вектора скорости в абсолютном режиме	да	да	да	да	10.3
Определение абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 определения составляющих вектора скорости в дифференциальном режиме	-	да	-	да	10.4
Определение абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени модуля с национальной шкалой координированного времени UTC(SU) при работе по сигналам ГЛОНАСС/GPS	да	да	да	да	10.5

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

3 Требования к условиям проведения поверки

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

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки модулей допускается инженерно-технический персонал со средним или высшим техническим образованием, ознакомленный с руководством по эксплуатации (далее – РЭ) и 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.10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Рабочий эталон 1-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 $\leq 0,1$ м, предел допускаемой погрешности формирования скорости $\leq 0,01$ м/с	Комплекс эталонный формирования и измерения радионавигационных параметров ЭФИР, рег.№ 82567-21
	Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 г. № 2360 (заимствованный рабочий эталон в государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 года № 2831): пределы допускаемых смещений рабочих шкал времени относительно национальной шкалы времени $\pm 100,0$ нс	Стандарт частоты и времени водородный Ч1-1007, рег.№ 40466-09
	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 г. № 2360 (заимствованный рабочий эталон в государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 года № 2831): допускаемая абсолютная погрешность измерения интервалов времени $\Delta t \pm 0,5$ нс	Частотомер универсальный CNT-91R, рег.№ 41567-09

Продолжение таблицы 3

<i>Вспомогательные средства</i>		
п.8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	ОС Windows XP, 7, 10	Персональный компьютер (ПЭВМ)
п.10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	ОС Windows XP, 7, 10, специальное программное обеспечение (далее – СПО) TNLab, СПО TNPrint, СПО sns2tbl, СПО, программное обеспечение (далее – ПО) SNS Dump, Специальное программно-математическое обеспечение (далее – СПМО) Полет	Персональный компьютер (ПЭВМ)
	ТНЗ/КН/001, ТНЗ.100 или ТНЗ.300	Кожух твердотельного накопителя ТНЗ
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;
- наличие маркировки согласно требованиям эксплуатационной документации.

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 поверяемого модуля по подготовке его к работе;
- 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 блок антенный к входу X1 и ПЭВМ к входу УПШ модуля ТНЗ/СНС.

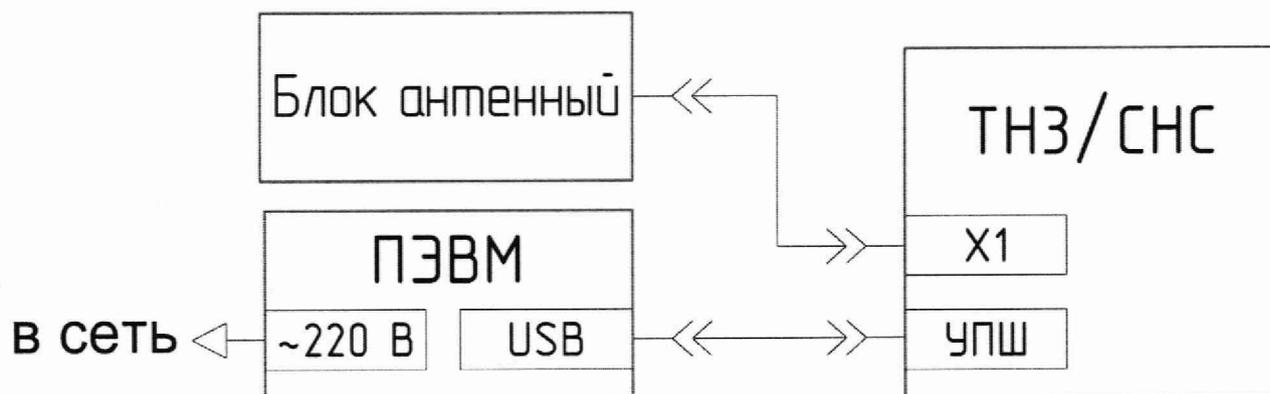


Рисунок 1 — Схема подключения модуля для проверки работоспособности

8.2.1 Запустить ПЭВМ нажатием на кнопку включения.

8.2.2 Дождаться появления на передней панели модуля ТНЗ/СНС индикации , означающей прием модулем сигналов спутниковых систем навигации (далее – СНС), наличия необходимого количества навигационных космических аппаратов (далее – НКА) и синхронизации шкалы времени модуля по сигналам СНС.

8.2.3 Результаты поверки считать положительными, если выполняются требования пункта 8.2.2.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 2.

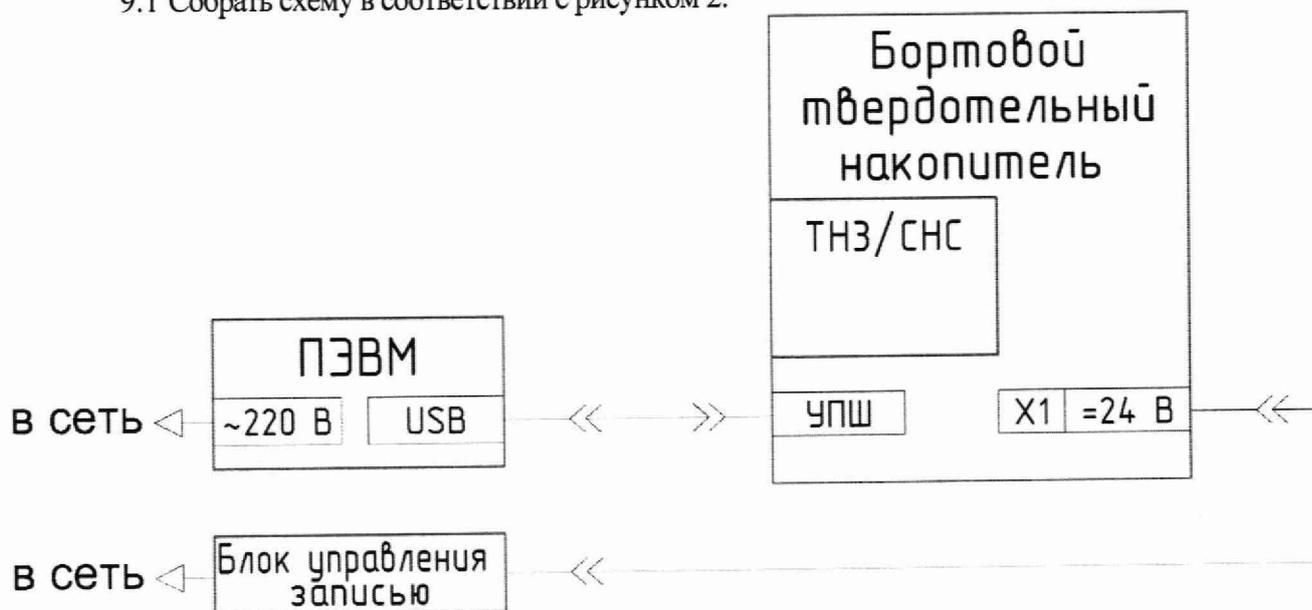


Рисунок 2 — Схема подключения модуля для проверки программного обеспечения

9.2 На ПЭВМ запустить ярлык «TN3Lab.exe» из состава СПО «TNLab» предназначенного для переноса зарегистрированных накопителем данных в ПЭВМ с целью их последующей обработки.

9.3 Нажатием кнопки «Считать» вызвать окно, в котором необходимо выбрать папку расположения файлов данных. Нажатием кнопки «Сохранить» дать команду на начало считывания данных.

9.4 Открыть считанный файл в текстовом формате. В открывшемся окне (рисунок 3) проконтролировать идентификационное наименование встроенного ПО, и идентификационный номер версии встроенного ПО.

```

1-001 - Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка
----- Record Modules Map -----
00. ID=E1M1 (0x31403145), Ver=2.42, S/N=76, MIB=0.1, Status=0 (OK)
01. ID=E1M1 (0x31403145), Ver=2.42, S/N=76, MIB=0.2, Status=0 (OK)
02. ID=INFO (0x4F464E49), Ver=2.42, S/N=76, MIB=0.3, Status=0 (OK)
03. ID=TPS2 (0x32535054), Ver=3.12, S/N=347, MIB=1, Status=0 (OK)
04. ID=TPS3 (0x32535054), Ver=3.0, S/N=306, MIB=2, Status=0 (OK)
05. ID=... (0x0), Ver=0.00, S/N= 0, MIB=3, Status=2 (Not Found)
06. ID=... (0x0), Ver=0.00, S/N= 0, MIB=4, Status=2 (Not Found)
07. ID=... (0x0), Ver=0.00, S/N= 0, MIB=5, Status=2 (Not Found)
08. ID=... (0x0), Ver=0.00, S/N= 0, MIB=6, Status=2 (Not Found)
09. ID=... (0x0), Ver=0.00, S/N= 0, MIB=7, Status=2 (Not Found)
10. ID=... (0x0), Ver=0.00, S/N= 0, MIB=8, Status=2 (Not Found)
11. ID=... (0x0), Ver=0.00, S/N= 0, MIB=9, Status=2 (Not Found)
12. ID=... (0x0), Ver=0.00, S/N= 0, MIB=10, Status=2 (Not Found)
13. ID=... (0x0), Ver=0.00, S/N= 0, MIB=0.0, Status=2 (Not Found)
14. ID=... (0x0), Ver=0.00, S/N= 0, MIB=0.0, Status=2 (Not Found)
15. ID=... (0x0), Ver=0.00, S/N= 0, MIB=0.0, Status=2 (Not Found)

-----
TN3-Lab v1.0.0.7 [01.06.2017] тел. +7(495) 972-90-73
Кассета S/No.91, версия 4.89. Файл данных
-----

```

Рисунок 3 – Окно идентификационных данных встроенного ПО

9.5 Результаты поверки считать положительными, если номер версии встроенного программного обеспечения модуля соответствуют данным, приведенным в таблице 4.

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Модуль ТНЗ/СНС/001: TPS2 Модуль ТНЗ/СНС/001-01: TPS3 Модуль ТНЗ/СНС/301: SNM1 Модуль ТНЗ/СНС/301-01: SNM2
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Модуль ТНЗ/СНС/001: не ниже 3.12 Модуль ТНЗ/СНС/001-01: не ниже 3.0 Модуль ТНЗ/СНС/301: не ниже 1.0 Модуль ТНЗ/СНС/301-01: не ниже 1.0

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 определения координат местоположения по каждой координатной оси в абсолютном режиме

10.1.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 3, установив испытуемый модуль в слот № 1 кобуха твердотельного накопителя. С помощью радиочастотного кабеля подключить выход имитатора сигналов из состава рабочего эталона 1 разряда единиц координат местоположения к входу X1 модуля. Подключить ПЭВМ к разъёму УПШ модуля.

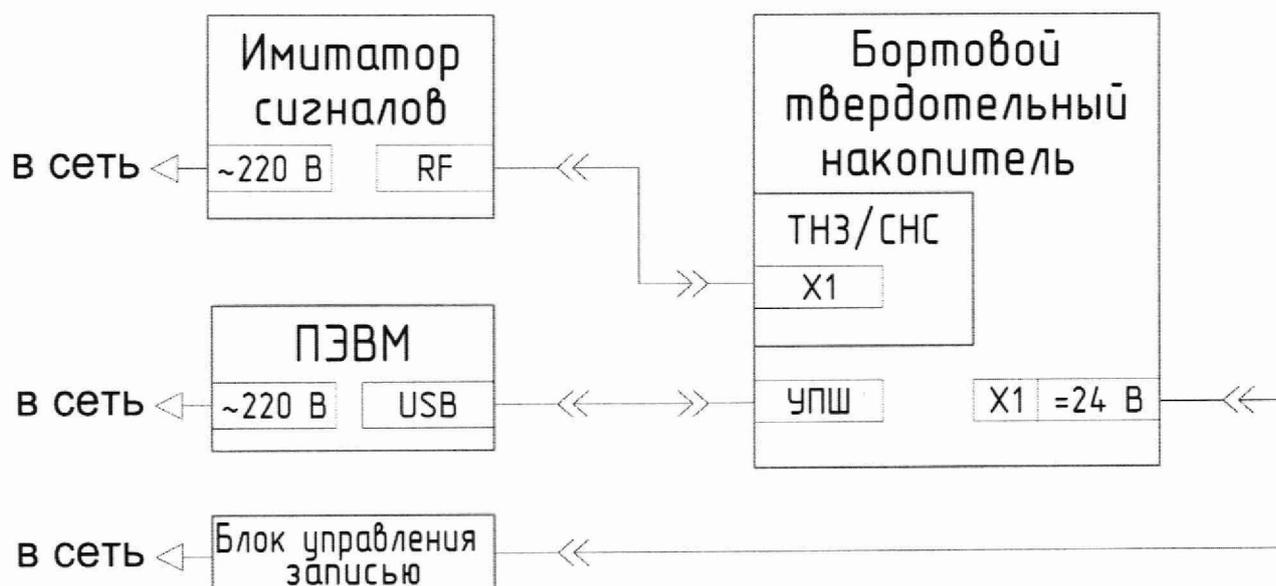


Рисунок 4 – Схема определения абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 определения координат местоположения по каждой координатной оси в абсолютном режиме

10.1.2 На ПЭВМ запустить СПО «TNLab».

10.1.3 В СПО «TNLab» нажать на кнопку «Задание» для входа в режим редактирования и загрузки заданий.

10.1.4 В появившемся окне перейти в меню «Задание» → «Новое задание».

10.1.5 В древовидной структуре задания выбрать испытуемый модуль и используемый кожух.

10.1.6 Установить параметры задания модуля ТНЗ/СНС согласно таблице 5.

Таблица 5

Параметр	Значения
Синхронизация устройства (Источник)	Модуль СНС
Привязка меток времени	Абсолютная
Состояние модуля	Регистрируется

10.1.7 В окне «Редактирование заданий» на панели инструментов нажать на кнопку «Инициализировать накопитель».

10.1.8 В окне «Редактирование заданий» на панели инструментов нажать кнопку «Выйти».

10.1.9 Запустить на имитаторе сигналов сценарий согласно таблице 6.

Таблица 6

Наименование характеристики	Значение
Формируемые спутниковые навигационные сигналы	ГЛОНАСС L1 GPS L1
Продолжительность, ч	2
Дискретность записи в файл формируемой траектории движения объекта, с	1

Продолжение таблицы 6

Наименование характеристики	Значение
Параметры среды распространения навигационных сигналов	тропосфера присутствует ионосфера присутствует
Формируемые сигналы функциональных дополнений	нет
Модель движения объекта (система координат WGS-84)	по окружности с параметрами: - центр: а) широта 56°00'00" N б) долгота 37°00'00" E в) высота 200 м - радиус 9997 м
Скорость движения объекта, м/с	500

10.1.10 Перевести тумблер на блоке управления записью в положение «Вкл».

10.1.11 Провести измерения модулем ТНЗ/СНС в ходе исполнения сценария на имитаторе сигналов.

10.1.12 На ПЭВМ запустить СПО «TNLab».

10.1.13 В главном окне выбрать файл задания, записанный в ходе исполнения сценария, и нажать на кнопку «Считать».

10.1.14 На ПЭВМ запустить СПО «TNPrint».

10.1.15 В главном окне СПО «TNPrint» перейти по кнопкам меню «Меню» → «Открыть файл *.tnd» и выбрать файл измерений с расширением «*.tnd», полученный в п. 10.1.13.

10.1.16 Выбрать функцию «Распаковать» и сохранить файл.

10.1.17 В терминале ПЭВМ запустить СПО «sns2tbl». В качестве параметров запуска указать название файла, полученного в п.10.1.16 и имя выходного файла.

10.1.18 Выбрать измерения координат местоположения по широте, долготе, высоте на общем интервале времени с геометрическим фактором снижения точности PDOP не более 3 из файла измерений п. 10.1.17 и из файла эталонной траектории имитатора сигналов п. 10.1.9. Для обработки использовать не менее 300 строк измерительной информации с PDOP не более 3.

10.1.19 Рассчитать абсолютную погрешность определения широты по формуле (1):

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

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

10.1.20 Рассчитать абсолютные погрешности определения долготы по формуле (2):

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

где L_i — долгота, измеренная модулем ТНЗ/СНС в i -ый момент времени, градус;
 L_{refi} — долгота из сценария имитатора сигналов в i -ый момент времени, градус.

10.1.21 Перевести полученные значения абсолютной погрешности определения широты и долготы в метры по формулам (3) и (4) соответственно:

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

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

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

10.1.22 Рассчитать систематическую погрешность определения широты и долготы по формулам (5) и (6) соответственно:

$$M_B = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \Delta B'_i; \quad (5)$$

$$M_L = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \Delta L'_i. \quad (6)$$

где N — количество измерений.

10.1.23 Рассчитать среднее квадратическое отклонение (СКО) результата определения широты и долготы по формулам (7) и (8) соответственно:

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta B'_i - M_B)^2}{N - 1}}; \quad (7)$$

$$\sigma_L = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta L'_i - M_L)^2}{N - 1}}. \quad (8)$$

10.1.24 Рассчитать инструментальную погрешность (при доверительной вероятности 0,95) определения широты и долготы по формулам (9) и (10):

$$\Pi_B = \pm (|M_B| + 2 \cdot \sigma_B). \quad (9)$$

$$\Pi_L = \pm (|M_L| + 2 \cdot \sigma_L). \quad (10)$$

10.1.25 Рассчитать абсолютные погрешности определения высоты по формуле (11):

$$\Delta h_i = h_i - h_{ref}, \quad (11)$$

где h_i — высота, измеренная модулем ТНЗ/СНС, м;

h_{ref} — высота из сценария имитатора, м.

10.1.26 Рассчитать систематическую погрешность определения высоты по формуле (12):

$$M_h = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \Delta h_i. \quad (12)$$

10.1.27 Рассчитать СКО результата определения высоты по формуле (13):

$$\sigma_h = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta h_i - M_h)^2}{N-1}}. \quad (13)$$

10.1.28 Рассчитать погрешность (при доверительной вероятности 0,95) определения высоты по формуле (14):

$$\Pi_h = \pm (|M_h| + 2 \cdot \sigma_h). \quad (14)$$

10.1.29 Результаты поверки считать положительными, значение абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 определения координат местоположения по каждой координатной оси в абсолютном режиме находится в доверительных границах ± 5 м.

10.2 Определение абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 определения координат местоположения по каждой координатной оси в дифференциальном фазовом режиме в постобработке

10.2.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 5. С помощью радиочастотного кабеля подключить выход имитатора сигналов из состава рабочего эталона 1 разряда единиц координат местоположения к входу X1 модуля (наземная часть). Подключить ПЭВМ к разъёму УПШ модуля.

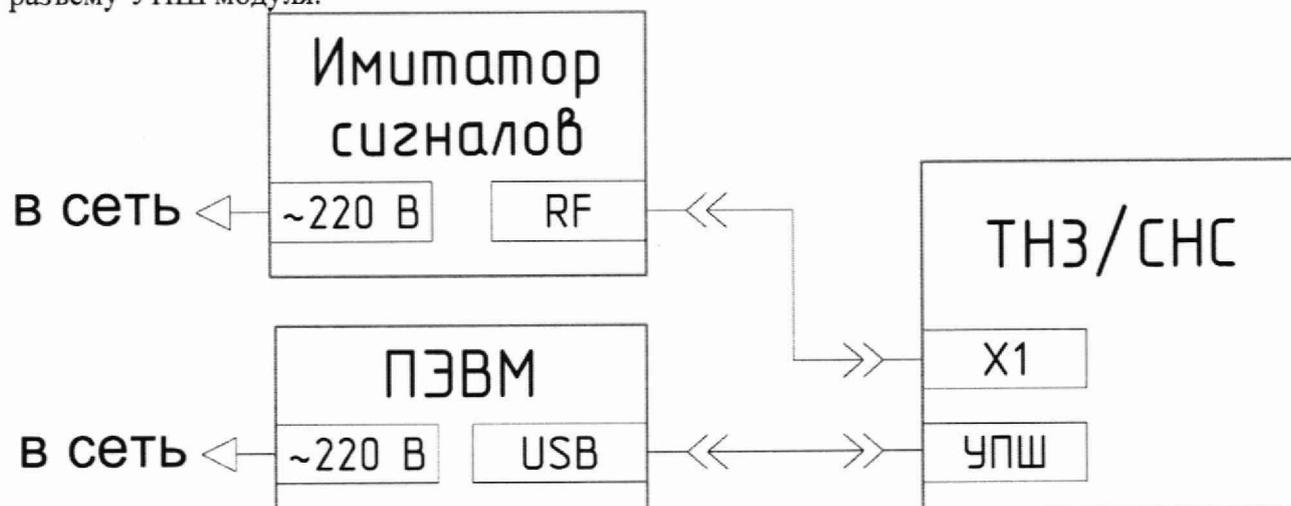


Рисунок 5 – Схема определения абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 определения координат местоположения по каждой координатной оси в дифференциальном фазовом режиме в постобработке

10.2.2 Запустить на имитаторе сигналов сценарий согласно таблице 7 (дата и время начала и окончания совпадают с аналогичными параметрами сценария из таблицы 6).

Таблица 7

Наименование характеристики	Значение
Формируемые спутниковые навигационные сигналы	ГЛОНАСС L1 GPS L1
Продолжительность, ч	2
Дискретность записи в файл формируемой траектории движения объекта, с	1
Параметры среды распространения навигационных сигналов	тропосфера присутствует ионосфера присутствует
Формируемые сигналы функциональных дополнений	нет
Модель движения объекта (система координат WGS-84)	неподвижный объект с координатами: - широта 56°00'00" N - долгота 37°00'00" E - высота 200 м

10.2.3 На ПЭВМ запустить ПО «SNS Dump».

10.2.4 Выбрать файл для записи и нажать кнопку «Старт».

10.2.5 Провести измерения модулем ТНЗ/СНС в ходе исполнения сценария на имитаторе сигналов.

10.2.6 На ПЭВМ запустить СПМО «Полет».

10.2.7 В меню СПМО «Полет» перейти по кнопкам «БД СБИ» → «Открыть» и выбрать файл базы данных «sns.cdb».

10.2.8 В меню СПМО «Полет» перейти по кнопкам «БД СБИ» → «Изменить». В открывшемся окне «Редактор баз данных» на панели инструментов нажать кнопку «Свойства БД» и в параметрах используемого модуля СНС поставить галку в поле «Учитывать поправки наземной станции», ввести координаты базовой станции, соответствующие координатам базовой станции из сценария таблицы 5, поставить галку в поле «учитывать фазовый сдвиг сигнала». Закрыть с сохранением окно «Редактор баз данных».

10.2.9 В главном окне СПМО «Полет» нажать на кнопки «Траектория» → «Рассчитать». В качестве траектории использовать файл измерений, полученный в п. 10.1.13, в качестве файла поправок базовой станции выбрать файл измерений базовой станции, полученный в п. 10.2.5.

10.2.10 Перейти в пункт меню «Таблицы» → «Значения параметров» и сформировать таблицу, которая должна включать в себя время СНС, координаты местоположения, значения составляющих вектора скорости, геометрический фактор снижения точности PDOP. Нажать кнопку «Сохранить файл таблицы». Для обработки использовать не менее 300 строк измерительной информации с PDOP не более 3.

10.2.11 Выполнить операции пп. 10.1.18-10.1.28.

10.2.12 Результаты проверки считать положительными, значение абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 определения координат местоположения по каждой координатной оси в дифференциальном фазовом режиме в постобработке находится в доверительных границах $\pm 0,3$ м.

10.3 Определение абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 определения составляющих вектора скорости в абсолютном режиме

10.3.1 Выбрать измерения составляющих вектора скорости на общем интервале времени с геометрическим фактором снижения точности PDOP не более 3 из файла измерений п. 10.1.17 и из файла эталонной траектории имитатора сигналов п. 10.1.9.

10.3.2 Рассчитать абсолютные погрешности определения каждой составляющей вектора скорости по формуле (15):

$$\Delta V_i = V_i - V_{refi}, \quad (15)$$

где V_i — измеренная составляющая вектора скорости модулем ТНЗ/СНС в i -ый момент времени, м/с;

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

10.3.3 Рассчитать систематическую погрешность определения каждой составляющей вектора скорости по формуле (16):

$$M_V = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \Delta V_i. \quad (16)$$

10.3.4 Рассчитать СКО результата определения каждой составляющей вектора скорости по формуле (17):

$$\sigma_V = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta V_i - M_V)^2}{N-1}}. \quad (17)$$

10.3.5 Рассчитать погрешность (при доверительной вероятности 0,95) определения каждой составляющей вектора скорости по формуле:

$$P_V = \pm (|M_V| + 2 \cdot \sigma_V). \quad (18)$$

10.3.6 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 определения составляющих вектора скорости в абсолютном режиме находится в доверительных границах $\pm 0,2$ м/с.

10.4 Определение абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 определения составляющих вектора скорости в дифференциальном режиме

10.4.1 Выбрать измерения составляющих вектора скорости на общем интервале времени с геометрическим фактором снижения точности PDOP не более 3 из файла измерений п. 10.2.10 и из файла эталонной траектории имитатора сигналов п. 10.2.2.

10.4.2 Выполнить операции пп. 10.3.2-10.3.5.

10.4.3 Результаты поверки считать положительными, значение абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 определения составляющих вектора скорости в дифференциальном режиме находится в доверительных границах $\pm 0,1$ м/с.

10.5 Определение абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени модуля с национальной шкалой координированного времени UTC(SU) при работе по сигналам ГЛОНАСС/GPS

10.5.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 6.

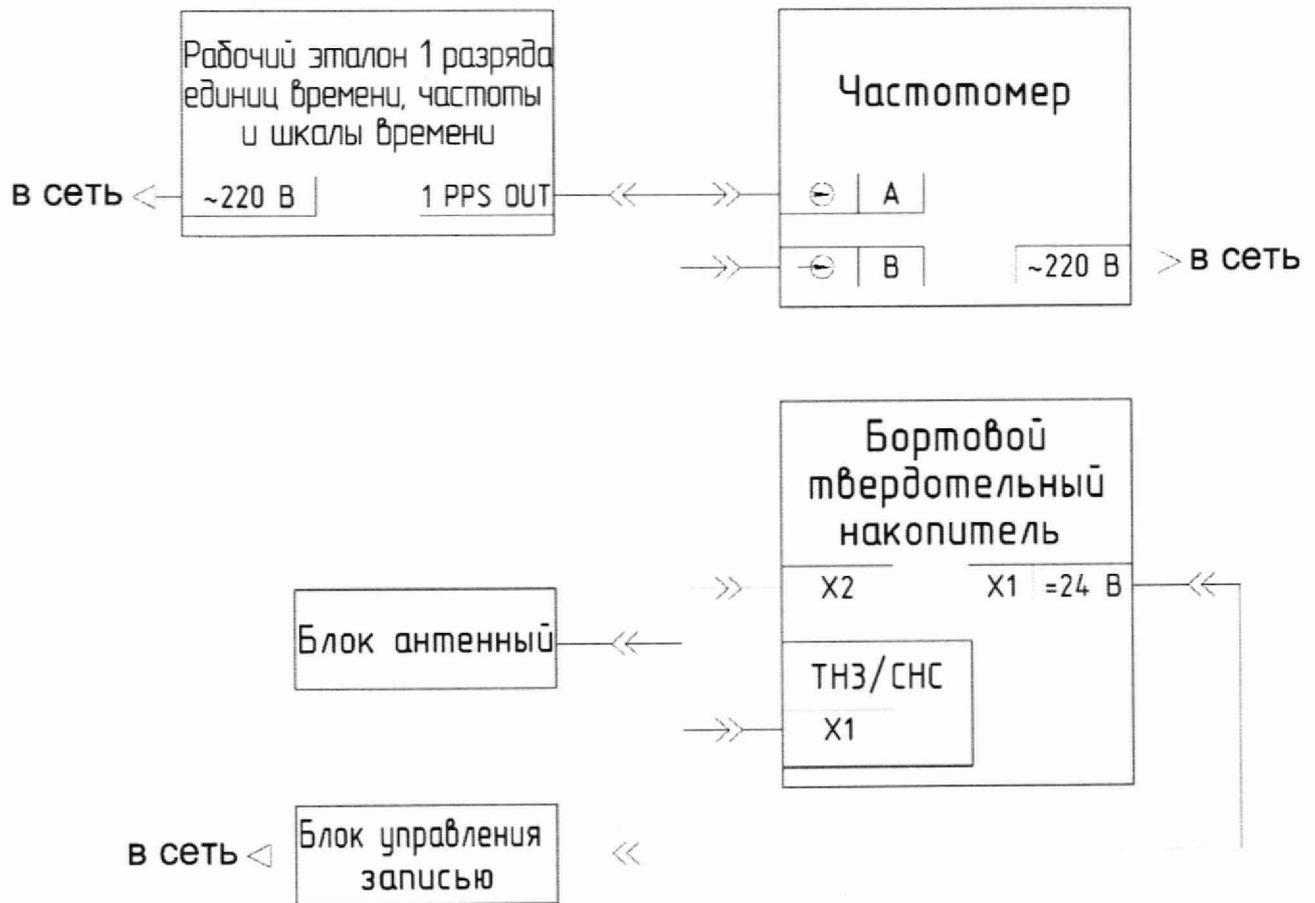


Рисунок 6 – Схема абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,95 определения составляющих вектора скорости в дифференциальном режиме

10.5.2 Обеспечить радиовидимость сигналов навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС и GPS в верхней полусфере. В качестве измерителя временных интервалов использовать частотомер.

10.5.3 На вход «В» частотомера подать импульсный сигнал 1 Гц модуля ТНЗ/СНС (кабель предоставляется заявителем), на вход «А» частотомера подать импульсный сигнал 1 Гц шкалы координатного времени UTC(SU) от государственного рабочего эталона 1 разряда единиц времени, частоты и шкалы времени.

10.5.4 частотомер установить в режим измерений интервалов времени.

10.5.5 Подать питающее напряжение 24 В на бортовой твердотельный накопитель.

10.5.6 Настроить входы «А» и «В» частотомер в соответствии с параметрами импульсных сигналов 1 Гц:

- режим «DC»;
- измерения по переднему фронту;
- входная нагрузка 50 Ом;
- уровень напряжения триггера 1,0 В.

10.5.7 Записать не менее 100 значений расхождений шкал времени государственного рабочего эталона 1 разряда и модуля ТНЗ/СНС (Y_{reci}).

10.5.8 Рассчитать значения разностей с учетом задержек в кабелях схемы измерений по формуле (19):

$$Y'_{reci} = X_{A-B} + X_{1pps}^{ref} - X_{1pps}^{rec}, \quad (19)$$

где X_{A-B} — значение интервала времени между шкалами времени модуля ТНЗ/СНС и государственного рабочего эталона 1 разряда единиц времени, частоты и шкалы времени, нс.

X_{1pps}^{ref} — задержка в кабеле, подключенного между разветвителем государственного рабочего эталона 1 разряда и частотомером, нс.

X_{1pps}^{rec} — задержка в кабеле, подключенного между блоком антенным и модулем ТНЗ/СНС, нс.

10.5.9 Результаты поверки считать положительными (значение абсолютной погрешности синхронизации внутренней шкалы времени модуля с национальной шкалой координированного времени UTC(SU) при работе по сигналам ГЛОНАСС/GPS находится в пределах ± 1 мкс), если каждое значение Y'_{reci} не превышает по абсолютной величине 1 мкс.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Сведения о результатах поверки модулей 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.

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

11.3 По заявлению владельца модулей 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