

УТВЕРЖДАЮ

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



 А.Н. Щипунов

« 04 » 2016 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Изделия ПС-161 ТСЮИ.461531.014

Методика поверки

84-15-03 МП

л.р. 64475-16

2016 г.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на изделия ПС-161 ТСЮИ.461531.014 (далее - приемники) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками – 5 лет.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 Перед проведением поверки изделия провести внешний осмотр и операции подготовки его к работе.

2.2 Метрологические характеристики приемников, подлежащие определению в процессе поверки, и операции поверки приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
3 Определение (контроль) метрологических характеристик:			
3.1 Определение абсолютной погрешности измерения координат	8.3	да	да
3.2 Определение абсолютной погрешности измерения скорости	8.4	да	да
3.3 Определение абсолютной погрешности синхронизации формируемой шкалы времени (ШВ) к ШВ UTC(SU), UTC(USNO)	8.5	да	да

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 Рекомендуемые средства поверки, в том числе рабочие эталоны и средства измерений, приведены в таблице 2.

Вместо указанных в таблице 2 средств поверки допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой погрешностью.

3.2 Все средства поверки должны быть исправны, применяемые при поверке средства измерений и рабочие эталоны должны быть поверены и иметь свидетельства о поверке с неистекшим сроком действия на время проведения поверки или оттиск поверительного клейма на изделии или в документации.

Таблица 2

Номер пункта методики	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики средств поверки
8.3 – 8.5	Комплекс навигационный метрологический специального назначения КПА НАП (среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности формирования беззапросной дальности до НКА ГЛОНАСС и GPS 0,1 м, среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности

Номер пункта методики	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики средств поверки
	формирования скорости изменения безапросной дальности до НКА ГЛОНАСС и GPS 0,001 м/с, пределы допускаемой абсолютной аппаратурной погрешности (по уровню вероятности 0,997) синхронизации внутренней ШВ к шкале координированного времени UTC (SU) ± 50 нс)

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки приемников допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющим опыт работы с радиотехническими установками, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке и имеющие право на поверку.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены все требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80 «ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности».

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Поверку проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С (К) 20 ± 5 (293 ± 5);
- относительная влажность воздуха, % 65 ± 15 ;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) 100 ± 4 (750 ± 30);
- параметры питания от сети переменного тока:
 - напряжение, В $220 \pm 4,4$;
 - частота, Гц $50 \pm 0,5$;
 - содержание гармоник, %, не более 5.

6.2 При проведении операций поверки на открытом воздухе должны соблюдаться условия, указанные в РЭ на поверяемое изделие и средства поверки.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Поверитель должен изучить РЭ поверяемого изделия и используемых средств поверки.

7.2 Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность поверяемого изделия (наличие интерфейсных кабелей, шнуров питания и пр.);
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, заземлить (если это необходимо) требуемые рабочие эталоны, средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в РЭ).

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверить:

- отсутствие внешних механических повреждений и неисправностей, влияющих на работоспособность поверяемого приемника;
- исправность органов управления.

Результаты внешнего осмотра считать положительными, если отсутствуют внешние механические повреждения и неисправности, влияющие на работоспособность поверяемого приемника, органы управления находятся в исправном состоянии.

8.2 Опробование

Опробование (проверку функционирования) изделия провести следующим образом.

8.2.1 Расположить антенный блок изделия в месте с минимальным затенением радиовидимости верхней полусферы земного пространства.

8.2.2 Присоединить изделие к персональной электронно-вычислительной машине (ПЭВМ) через последовательный интерфейс RS-232.

8.2.3 Включить изделие путем подачи напряжения постоянного тока (9-36) В от источника питания.

8.2.4 На ПЭВМ с использованием интерфейсного программного обеспечения убедиться в наличии приема навигационных сигналов ГНСС и признака решения навигационной задачи.

8.2.5 Результаты опробования считать положительными, если выполнены требования, установленные в п.п. 8.2.4.

8.3 Определение абсолютной погрешности измерения координат

8.3.1 Для определения погрешности измерений координат использовать имитатор сигналов ГНСС из состава КПА НАП. Собрать схему измерений в соответствии со схемой на рисунке 1.

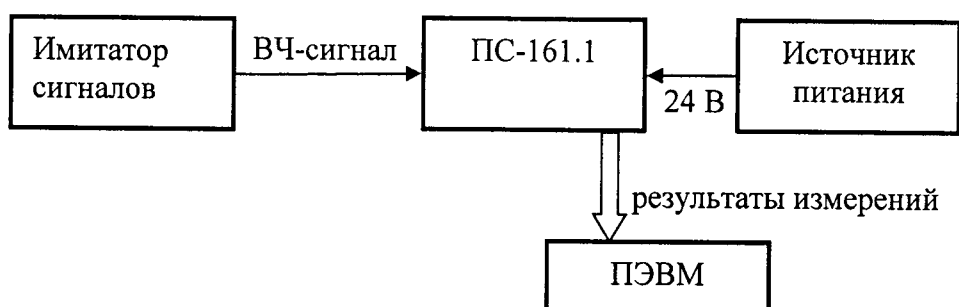


Рисунок 1 Схема измерений

8.3.2 Подготовить сценарий имитации с параметрами, приведенными в таблице 3, при этом контролировать, чтобы значение геометрического фактора ухудшения не превышало 4.

Таблица 3

Формируемые навигационные сигналы	спутниковые	ГЛОНАСС в частотных диапазонах L1 и L2 (коды СТ, ВТ) и GPS (код С/А без SA) в частотном диапазоне L1
Формирование сигналов МДПС		да
Продолжительность		150 мин. (120 мин. стоянка, 30 мин. движение)

Количество каналов:	
ГЛОНАСС (L1+L2)	8
GPS	8
Параметры среды распространения навигационных сигналов:	
тропосфера	присутствуют
ионосфера	
Координаты в системе координат WGS-84 (стоянка):	
- широта	60°00'000000 N
- долгота	030°00'000000 E
- высота, м	100,00
- высота геоида, м	18,00
Продолжительность стоянки	120 мин
Скорость движения (прямолинейное, равномерное, на север)	12,86 м/с
Продолжительность движения	30 мин.
Расхождение между шкалами времени ГЛОНАСС, GPS, UTC, UTC(SU)	отсутствует

8.3.3 Подготовить имитатор сигналов к работе в соответствии с требованиями технической документации. Запустить сценарий имитации.

8.3.4 Настроить изделие на работу по сигналам ГНСС ГЛОНАСС. Осуществить запись результатов измерений широты (B), долготы (L), высоты (H) и составляющих вектора скорости (VB, VL, VH) в течение выполнения сценария имитации.

8.3.5 Определить систематическую составляющую погрешности определения координат в плане (широты и долготы) и высоты по формулам (1), (2), например, для координаты B (широты):

$$\Delta B(j) = B(j) - B_{им}, \quad (1)$$

$$dB = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \Delta B(j), \quad (2)$$

где $B_{им}$ – значение координаты B, формируемое имитатором, угл. сек;

$B(j)$ – значение координаты B в j-ый момент времени, угл. сек;

N – количество измерений.

Аналогичным образом определить систематическую составляющую погрешности определения координаты L (долготы) и высоты.

8.3.6 Определить среднее квадратическое отклонение (СКО) случайной составляющей погрешности определения координат по формуле (3), например, для координаты B (широты):

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\Delta B(j) - dB)^2}{N - 1}}. \quad (3)$$

Аналогичным образом определить СКО случайной составляющей погрешности

определения координаты L (долготы) и высоты H.

8.3.7 Перевести значения погрешностей определения координат в плане (широты и долготы) из угловых секунд в метры по формулам (4), (5):

- для широты:

$$\Delta B(m) = \text{arcl}'' \frac{a(1-e^2)}{\sqrt{(1-e^2 \sin^2 B)^3}} \cdot \Delta B(\text{угл. с}), \quad (4)$$

- для долготы:

$$\Delta L(m) = \text{arcl}'' \frac{a(1-e^2) \cos B}{\sqrt{(1-e^2 \sin^2 B)^3}} \cdot \Delta L(\text{угл. с}), \quad (5)$$

где a – большая полуось эллипсоида, м;

e – первый эксцентриситет эллипсоида;

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

Для приближенных расчетов можно применять следующие формулы:

$\Delta B(m) = 30,92 \cdot \Delta B(\text{угл. с})$; $\Delta L(m) = 30,92 \cdot \Delta L(\text{угл. с}) \cdot \cos B$.

8.3.7 Определить погрешность (по уровню вероятности 0,95) определения координат в плане и высоты по формулам (6) и (7):

$$\Pi_{\text{п}} = \sqrt{dB^2 + dL^2} + 2\sqrt{\sigma_B^2 + \sigma_L^2}, \quad (6)$$

$$\Pi_{\text{H}} = \pm (|dH| + 2\sigma_{\text{H}}). \quad (7)$$

8.3.8 Запустить сценарий имитации.

8.3.9 Настроить аппаратуру на работу по сигналам ГНСС GPS. Осуществить запись результатов измерений широты (B), долготы (L), высоты (H) и составляющих вектора скорости (V_B, V_L, V_H) в течение выполнения сценария имитации.

8.3.10 Выполнить действия по п.п. 8.3.5-8.3.7.

8.3.11 Запустить сценарий имитации.

8.3.12 Настроить аппаратуру на работу по сигналам ГНСС ГЛОНАСС и GPS. Осуществить запись результатов измерений широты (B), долготы (L), высоты (H) и составляющих вектора скорости (V_B, V_L, V_H) в течение выполнения сценария имитации.

8.3.13 Выполнить действия по п.п. 8.3.5-8.3.7.

8.3.14 Результаты проверки считать положительными, если значения погрешности измерения координат в плане не превышает:

- при работе по сигналам ГНСС ГЛОНАСС – 15 м;
 - при работе по сигналам ГНСС GPS – 11 м
 - при работе по сигналам ГНСС ГЛОНАСС и GPS – 10 м;
- измерений высоты находятся в границах:
- при работе по сигналам ГНСС ГЛОНАСС – ± 25 м;
 - при работе по сигналам ГНСС GPS – ± 16 м
 - при работе по сигналам ГНСС ГЛОНАСС и GPS – ± 15 м.

8.4 Определение абсолютной погрешности измерения скорости

8.4.1 Для определения погрешности измерения составляющих вектора скорости использовать результаты измерений V_B, V_L, V_H , полученные при выполнении действий по п. 8.3.

8.4.2 Определить систематическую составляющую погрешности и среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности определения каждой составляющей вектора скорости по формулам (8) - (10), например для V_B :

$$\Delta V_B(j) = V_B(j) - V_{B\text{им}}, \quad (8)$$

$$dV_B = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \Delta V_B(j), \quad (9)$$

$$\sigma_{V_B} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\Delta V_B(j) - dV_B)^2}{N-1}}. \quad (10)$$

где $V_{Вим}$ – значение составляющей вектора скорости, формируемое имитатором, м/с;
 $V_B(j)$ – измеренное значение составляющей вектора скорости в j -ый момент времени, м/с;

N – количество измерений.

8.4.3 Определить погрешность (по уровню вероятности 0,95) измерений скорости в плане по формуле (11):

$$P_{V_n} = \pm \left(\sqrt{dV_B^2 + dV_L^2} + 2\sqrt{\sigma_{V_B}^2 + \sigma_{V_L}^2} \right). \quad (11)$$

8.4.4 Определить погрешность (по уровню вероятности 0,95) измерений скорости по высоте по формуле (12):

$$P_{V_h} = \pm \left(|dV_H| + 2\sigma_{V_H} \right). \quad (12)$$

8.4.5 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности (по уровню вероятности 0,95) измерения скорости находятся в границах $\pm 0,05$ м/с в плане и $\pm 0,08$ м/с по высоте.

8.5 Определение абсолютной погрешности синхронизации формируемой шкалы времени к ШВ UTC(SU), UTC(USNO)

8.5.1 Определение абсолютной погрешности синхронизации формируемой ШВ со ШВ UTC (SU) и ШВ UTC(USNO) (при доверительной вероятности 0,95) при работе по сигналам КНС ГЛОНАСС и GPS проводить с использованием частотомера универсального CNT-90 и приемника-компаратора VCH-320 из состава КПА НАП по схеме, приведенной на рисунке 2. Разместить блок антенный (БА) на открытой площадке для обеспечения радионавигационных сигналов из верхней полусферы.

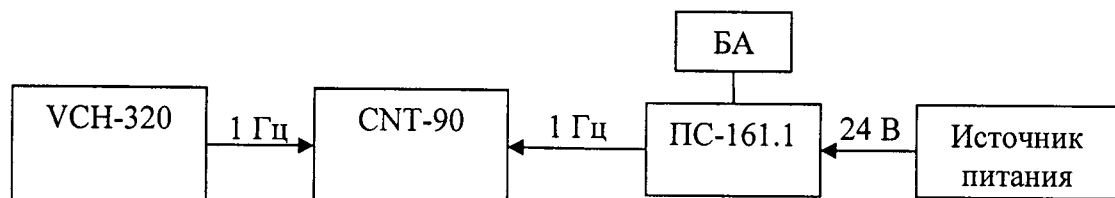


Рисунок 2

8.5.2 Включить изделие, настроить на работу в режиме «Навигация на стоянке» по сигналам ГНСС ГЛОНАСС.

8.5.3 Включить и подготовить к работе частотомер универсальный CNT-90 в соответствии с руководством по эксплуатации. Подключить на вход «CHANNEL 1» частотомера универсального CNT-90 импульсный сигнал с выхода «1 Гц» VCH-320, на вход «CHANNEL 2» частотомера универсального CN-90 подать сигнал с выходного разъема «1 Гц» изделия. Частотомер перевести в режим измерения временных интервалов.

8.5.4 При проведении измерений необходимо учитывать задержки сигналов времени в соединительных кабелях от VCH-320 к частотомеру универсальному CNT-90, от приемника к частотомеру универсальному CNT-90.

8.5.5 Провести измерения расхождения между импульсными сигналами 1 Гц опорного

стандарта частоты и VCH-320 и изделия $\Delta T = [T_{UTC(SU)} - T_{1PPS}]$ в течение не менее 2 часов.

8.5.6 Рассчитать значение абсолютной погрешности синхронизации формируемой ШВ приемника с ШВ UTC(SU) по формуле (13):

$$\Delta T_i = (T_{UTC(SU)} - T_{1PPS})_i - \Delta \tau, \quad (13)$$

где $\Delta \tau$ – уточненная поправка к ШВ системы ГЛОНАСС относительно ШВ UTC(SU), при синхронизации ШВ приемника с ШВ UTC(SU); разность ШВ UTC(SU) и UTC(USNO) при синхронизации ШВ приемника с ШВ UTC(USNO); разность ШВ UTC(SU) и ШВ ГЛОНАСС при синхронизации ШВ приемника с ШВ ГЛОНАСС; разность ШВ UTC(SU) и ШВ GPS при синхронизации ШВ приемника с ШВ GPS, в соответствии с бюллетенем E, публикуемым ГМЦ ГСВЧ (ftp://ftp.vniiftri.ru/Atomic_Time/SU/BULLETINS/E).

8.5.7 Определить систематическую погрешность:

$$\Delta \bar{T} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta T_i, \quad (14)$$

где N – количество измерений

8.5.8 Определить СКО результата измерений расхождения ШВ:

$$\sigma_{\Delta T} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta T_i - \Delta \bar{T})^2}{N-1}}. \quad (15)$$

8.5.9 Погрешность (по уровню вероятности 0,95) привязки формируемой шкалы времени определить по формуле:

$$\Pi_{\Delta T} = \pm (|\Delta \bar{T}| + 2 \cdot \sigma_{\Delta T}). \quad (16)$$

8.5.10 Настроить изделие на работу по сигналам ГЛОНАСС/GPS. Выполнить действия по п. 8.5.3-8.5.9.

8.5.11 Настроить изделие на работу по сигналам ГНСС GPS. Выполнить действия по п. 8.5.3-8.5.9.

8.5.12 Настроить изделие на работу в режиме «Навигация в движении» по сигналам ГНСС ГЛОНАСС. Выполнить действия по п. 8.5.3-8.5.9.

8.5.13 Настроить изделие на работу в режиме «Навигация в движении» по сигналам ГНСС GPS. Выполнить действия по п. 8.5.3-8.5.9.

8.5.14 Настроить изделие на работу в режиме «Навигация в движении» по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS. Выполнить действия по п. 8.5.3-8.5.9.

8.5.15 Настроить изделие на работу в режиме «Время на твердой точке» по сигналам ГНСС ГЛОНАСС. Выполнить действия по п. 8.5.3-8.5.9.

8.5.16 Настроить изделие на работу в режиме «Время на твердой точке» по сигналам ГНСС GPS. Выполнить действия по п. 8.5.3-8.5.9.

8.5.17 Настроить изделие на работу в режиме «Время на твердой точке» по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS. Выполнить действия по п. 8.5.3-8.5.9.

8.5.18 Результаты испытаний считать положительными, если значения абсолютной погрешности (по уровню вероятности 0,95) синхронизации формируемой ШВ со ШВ UTC (SU) и ШВ UTC(USNO) находятся в границах:

- в режиме «Навигация на стоянке» ± 75 нс при работе по сигналам ГНСС ГЛОНАСС, ± 65 нс при работе по сигналам ГНСС GPS, ± 55 нс при работе по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS;

- в режиме «Навигация в движении» ± 160 нс при работе по сигналам ГНСС ГЛОНАСС, ± 140 нс при работе по сигналам ГНСС GPS, ± 140 нс при работе по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS;

- в режиме «Время на твердой точке» ± 60 нс при работе по сигналам ГНСС ГЛОНАСС, ± 50 нс при работе по сигналам ГНСС GPS, ± 50 нс при работе по сигналам ГНСС

ГЛОНАСС/GPS.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 При положительных результатах поверки оформить «Свидетельство о поверке» в соответствии с приложением 1 к «Порядку проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденному приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. № 1815. На «Свидетельство о поверке» нанести знак поверки.

9.2 При отрицательных результатах поверки оформляется Извещение о непригодности к применению с указанием причин согласно приложению 2 к «Порядку проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденному приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. № 1815.

Начальник отдела № 84 ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.М. Каверин