

1475

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ГЦИ СИ
«Воентест» 32 ГНИИ МО РФ


А.Ю. Кузин

« 9 » 2007 г.

**ИНСТРУКЦИЯ
АППАРАТУРА НАВИГАЦИОННАЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ
НАП-С**

Методика поверки

**г. Мытищи
2007 г.**

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на аппаратуру навигационную потребителей НАП-С, зав. № 7553421618 (далее – аппаратуру НАП-С) и устанавливает методы и средства ее первичной и периодической поверок.

Межповерочный интервал - 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 Перед проведением поверки аппаратуры НАП-С проводится внешний осмотр и операции подготовки ее к работе.

2.2 Метрологические характеристики аппаратуры НАП-С, подлежащие проверке, и операции поверки приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр.	8.1	да	да
Опробование.	8.2	да	да
Определение (контроль) метрологических характеристик.	8.3		
Определение погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерения координат при работе по сигналам космических навигационных систем (КНС) ГЛОНАСС/GPS, ГЛОНАСС, GPS.	8.3.1	да	да
Определение погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерения вектора скорости при работе по сигналам КНС ГЛОНАСС/GPS, ГЛОНАСС, GPS.	8.3.2	да	да
Определение погрешности (при доверительной вероятности 0,95) синхронизации шкалы времени аппаратуры к шкалам системного времени КНС ГЛОНАСС и GPS в режиме слежения за НКА.	8.3.3	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 точностью.

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 приборе или в документации.

Таблица 2 - Перечень средств поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.3.1	<p>Геодезический пункт (средняя квадратическая погрешность измерения координат относительно пунктов высокоточной геодезической сети ГСВЧ не более 3 м).</p> <p>Имитатор сигналов КНС ГЛОНАСС и GPS (число имитируемых каналов не менее 8; воспроизведение сигналов ГЛОНАСС (ПТ-код) и GPS (С/А-код) в диапазоне L1; погрешность формирования координат местоположения (X, Y и Z) на основе полных навигационных радиосигналов КНС ГЛОНАСС и GPS не более 5 м).</p>
8.3.2	<p>Геодезический пункт в системе координат ПЗ-90.</p> <p>Имитатор сигналов КНС ГЛОНАСС и GPS.</p>
8.3.3	<p>Стандарт частоты и времени Ч1-76 (относительная погрешность по частоте $\pm 1,5 \cdot 10^{-12}$).</p> <p>Модуль приёмо-измерительный синхронизирующий К-161В-А-Н-SMB-02-01-13 (предел допускаемого расхождения шкалы времени модуля от шкалы времени UTC (SU) ± 100 нс).</p> <p>Частотомер электронно-счетный вычислительный ЧЗ-64/1 (относительная погрешность по частоте $\pm 5 \cdot 10^{-7}$).</p>

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

Поверка должна осуществляться лицами, аттестованными в качестве поверителей в порядке, установленном в ПР 50.2.012-94 ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

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 При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия:

температура окружающего воздуха, °С (К)..... 20 ± 5 (293 ± 5);
 относительная влажность воздуха, %..... 65 ± 15 ;
 атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)..... 100 ± 4 (750 ± 30);
 напряжение питания от сети постоянного тока, В.....от 19 до 36.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Поверитель должен изучить руководство по эксплуатации (РЭ) поверяемой аппаратуры НАП-С и используемых средств поверки.

7.2 Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность поверяемой аппаратуры НАП-С (наличие интерфейсных, антенных 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 проведении внешнего осмотра проверить:

- сохранность пломб;
- чистоту и исправность разъемов и гнезд,
- отсутствие внешних механических повреждений и ослабления элементов конструкции.

Аппаратура НАП-С, имеющая дефекты (механические повреждения), бракуется и направляется в ремонт.

8.2. Опробование

Опробование (проверку функционирования) аппаратуры НАП-С проводить в следующем порядке:

8.2.1 Обеспечить надежное заземление источника питания прибора, для чего зажим защитного заземления присоединить к шине заземления раньше других соединений. Крепления заземляющей клеммы и проводников должны быть зафиксированы от случайного отсоединения.

8.2.2 Установить антенну поверяемой аппаратуры НАП-С таким образом, чтобы обеспечить возможность приема радиосигналов НКА КНС ГЛОНАСС/GPS из любой точки верхней полусферы, начиная с углов места 10° . Погрешность установки антенны в горизонтальной плоскости должна быть не более $\pm 3^\circ$. Перед началом проведения испытаний должна быть произведена геодезическая привязка точки расположения антенны с погрешностью не более ± 1 м.

8.2.3 Проложить антенный кабель от места установки антенны до приемоизмерителя наиболее прямым путем, избегая изгибов и перегибов кабеля (минимальный радиус изгиба кабеля не менее 5 диаметров кабеля). Присоединить антенный кабель к приемоизмерителю и антенне, используя соответствующие разъемы.

8.2.4 Подключить информационный кабель связи с ПЭВМ к приемоизмерителю и последовательному порту RS-232 ПЭВМ. На ПЭВМ должна быть установлена система Windows 95.

8.2.5 Присоединить кабель питания к приемоизмерителю и адаптеру питания.

8.2.6 Для защиты аппаратуры НАП-С от электростатических зарядов необходимо сохранять на всех незадействованных разъемах приемоизмерителя штатные защитные крышки, которые должны находиться на незадействованных разъемах в течение всего времени работы. Защитные крышки снимаются непосредственно перед подключением кабелей к разъемам.

8.2.7 Произвести установку и запуск специального программного обеспечения для отображения и съема измерительной информации (FAST16) на ПЭВМ.

8.2.8 Включить аппаратуру НАП-С, подключив адаптер питания к промышленной сети. С помощью клавиатуры установить связь с испытываемой аппаратурой НАП-С по последовательному порту RS-232.

8.2.9 Наблюдать через время не более 3 минут с момента включения свечение красным цветом транспарантов в двух левых колонках в окне «General information» (что означает установление связи приёмного устройства с данными НКА).

После решения навигационной задачи должно появиться отображение информации в строках «User coordinates», «Time», «Course» окна «General information».

8.2.10 Результаты опробования считаются положительными, если выполнены требования, установленные в п.п. 8.2.9.

8.2.11 При невыполнении требований п.п. 8.2.9 аппаратура НАП-С бракуется и отправляется либо в ремонт, либо для проведения настройки.

8.3 Определение (контроль) метрологических характеристик

8.3.1 Определение погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений координат при работе по сигналам КНС ГЛОНАСС/GPS, ГЛОНАСС, GPS.

8.3.1.1 Определение погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерения координат при работе по сигналам КНС ГЛОНАСС/GPS, КНС GPS, КНС ГЛОНАСС провести с использованием геодезического пункта (реперной точки) 32 ГНИИИ МО РФ. Для этого необходимо:

8.3.1.2 Выполнить действия п.п. 8.2.1 – 8.2.8.

8.3.1.3 Провести проверку работоспособности аппаратуры НАП-С согласно п. 8.2.10.

8.3.1.4 Выставить режим работы по совмещенной группировке ГЛОНАСС/GPS и систему координат WGS-84 в соответствии с п. 1.4 РЭ.

8.3.1.5 Установить выдачу измерительной информации аппаратуры НАП-С с темпом 1 Гц и записью в часовые файлы измерений в соответствии с п. 1.4 РЭ.

8.3.1.6 Провести измерения в течение не менее 24 часов по различным созвездиям НКА при геометрическом факторе не более 3. По окончании проведения измерений прекратить запись измерительной информации.

8.3.1.7 Выделить из файла формата стандарта NMEA-0183 версии 2.30 информацию об измеренных координатах (третий и пятый столбцы строк формата GGA).

8.3.1.8 Вычислить систематическую погрешность результата измерений координат по всей совокупности измерений по формулам (1) и (2), например, для координаты X:

$$\Delta X(j) = X(j) - X_{\text{ист}} \quad (1)$$

$$dX = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \Delta X(j) \quad (2)$$

где $X_{\text{ист}}$ – истинное значение координаты X,

X_j – измеренное значение координаты в j-ый момент времени,

N – количество измерений при времени наблюдения не менее 24 часов.

Аналогичным образом вычислить систематические погрешности результата измерений координат Y, Z.

8.3.1.9 Вычислить среднее квадратическое отклонение (СКО) результата измерений координат по формуле (3), например, для координаты X:

$$\sigma_X = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (X(j) - dX)^2}{N - 1}} \quad (3)$$

Аналогичным образом вычислить СКО результата измерений координат Y, Z.

8.3.1.10 Вычислить погрешность (при доверительной вероятности 0,95) измерений координат при работе по сигналам КНС ГЛОНАСС/GPS по формуле (4), например, для координаты X:

$$\Pi_X = dX \pm 2\sigma \quad (4)$$

Аналогичным образом вычислить погрешности измерений координат Y, Z.

8.3.1.11 Результаты испытаний считаются положительными, если вычисленное значение погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений координат при работе по сигналам КНС ГЛОНАСС/GPS находится в пределах ± 20 м.

При невыполнении требований п.п. 8.3.1.11 аппаратура НАП-С бракуется и отправляется в ремонт либо для проведения настройки.

8.3.1.12 Для определения погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений координат при работе по сигналам КНС ГЛОНАСС собрать рабочее место согласно рисунку 1.

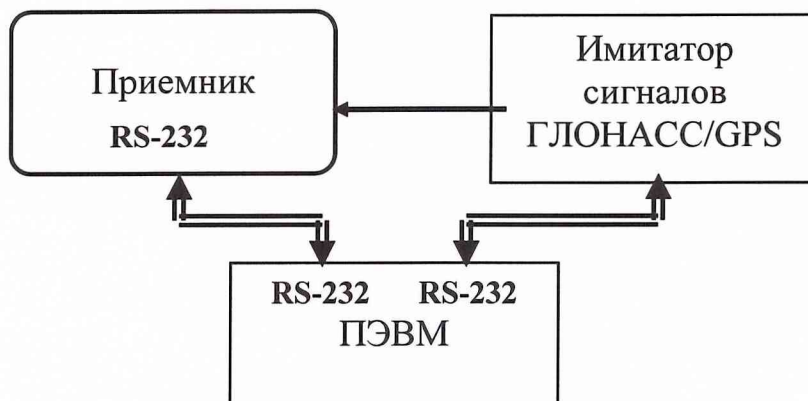


Рисунок 1 - Схема рабочего места при использовании имитатора сигналов

8.3.1.13 Выставить режим работы по группировке КНС ГЛОНАСС и систему координат WGS-84 в соответствии с п.п. 4.1 РЭ.

8.3.1.14 Выполнить действия п.п. 8.2.1 – 8.2.8.

8.3.1.15 Установить частоту выдачи сигнала 1 Гц и запись в файл измерительной информации в соответствии с п.п. 4.1 РЭ.

8.3.1.16 Включить питание имитатора сигналов.

8.3.1.17 Подготовить имитатор к работе в соответствии с технической документацией на него. Запустить сценарий имитации системы КНС ГЛОНАСС с координатами точки X, Y, Z без ошибок сигналов спутниковой группировки.

8.3.1.18 Провести измерение в течение не менее двух часов.

8.3.1.19 Рассчитать в соответствии с п.п. 8.3.1.8 - 8.3.1.10 погрешности измерений координат для КНС ГЛОНАСС, принимая за истинные координаты имитируемой точки X, Y, Z.

8.3.1.20 Результаты испытаний считаются положительными, если значение погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений координат при работе по сигналам КНС ГЛОНАСС находится в пределах ± 20 м.

При невыполнении требований п.п. 8.3.1.20 аппаратура НАП-С бракуется и отправляется в ремонт либо для проведения настройки.

8.3.1.21 Для определения погрешности измерений координат по КНС GPS выполнить действия п.п. 8.2.1 – 8.2.8.

8.3.1.22 Выставить режим работы по группировке КНС GPS и систему координат WGS-84 в соответствии с п. 4.1 РЭ.

8.3.1.23 Выполнить действия п.п. 8.3.1.6 – 8.3.1.7.

8.3.1.24 Вычислить в соответствии п.п. 8.3.1.8 – 8.3.1.10 погрешности измерений координат при работе по сигналам КНС GPS.

8.3.1.25 Результаты испытаний считаются положительными, если вычисленное значение погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений координат при работе по сигналам КНС GPS находится в пределах ± 20 м.

При невыполнении требований п.п. 8.3.1.25 аппаратура НАП-С бракуется и отправляется в ремонт либо для проведения настройки.

8.3.2 Определение погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений вектора скорости при работе по сигналам КНС ГЛОНАСС/GPS, КНС ГЛОНАСС, КНС GPS, проводится с использованием геодезического пункта (реперной точки).

8.3.2.1 Для проверки погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений вектора скорости при работе по сигналам КНС ГЛОНАСС/GPS использовать файл формата стандарта NMEA-0183 версии 2.30 п.п. 8.3.1.7 (строки формата VTG).

8.3.2.2 Вычислить систематическую погрешность измерений вектора скорости по всей совокупности измерений по формуле (5):

$$dV = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N dV(j) \quad (5)$$

где dV_j – измеренное значение вектора скорости в j – ый момент времени,

N – количество измерений при времени наблюдения не менее 24 часов.

8.3.2.3 Вычислить СКО результата измерения вектора скорости по формуле (6):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (dV(j) - dV)^2}{N - 1}} \quad (6)$$

8.3.2.4 Вычислить погрешность (при доверительной вероятности 0,95) измерений вектора скорости по формуле (7):

$$PV = dV \pm 2\sigma \quad (7)$$

8.3.2.5 Результаты испытаний считаются положительными, если вычисленное значение погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений вектора скорости при работе по сигналам КНС ГЛОНАСС/GPS находится в пределах $\pm 0,2$ м/с.

При невыполнении требований п.п. 8.3.2.5 аппаратура НАП-С бракуется и отправляется в ремонт либо для проведения настройки.

8.3.2.6 Для определения погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений вектора скорости при работе по сигналам КНС ГЛОНАСС использовать файл формата стандарта NMEA-0183 версии 2.30 п.п. 8.3.1.18 (строки формата VTG).

8.3.2.7 Определить в соответствии с п.п. 8.3.2.2 - 8.3.2.4 погрешности измерений вектора скорости при работе по сигналам КНС ГЛОНАСС.

8.3.2.8 Результаты испытаний считаются положительными, если вычисленное значение погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений вектора скорости при работе по сигналам КНС ГЛОНАСС находится в пределах $\pm 0,2$ м/с.

При невыполнении требований п.п. 8.3.2.8 аппаратура НАП-С бракуется и отправляется в ремонт либо для проведения настройки.

8.3.2.9 Для определения погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений вектора скорости при работе по сигналам КНС GPS использовать файл формата стандарта NMEA-0183 версии 2.30 п.п. 8.3.1.7 (строки формата VTG).

8.3.2.10 Проверить в соответствии с п.п. 8.3.2.2 - 8.3.2.4 погрешность измерений вектора скорости при работе по сигналам КНС GPS.

8.3.2.11 Результаты испытаний считаются положительными, если вычисленное значение погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений вектора скорости при работе по сигналам КНС GPS находится в пределах $\pm 0,2$ м/с.

При невыполнении требований п.п. 8.3.2.11 аппаратура НАП-С бракуется и отправляется в ремонт либо для проведения настройки.

8.3.3 Определение погрешности (при доверительной вероятности 0,95) синхронизации внутренней шкалы времени аппаратуры НАП-С к шкалам системного времени КНС ГЛОНАСС и GPS

8.3.3.1 Собрать установку, блок-схема которой представлена на рисунке 2.

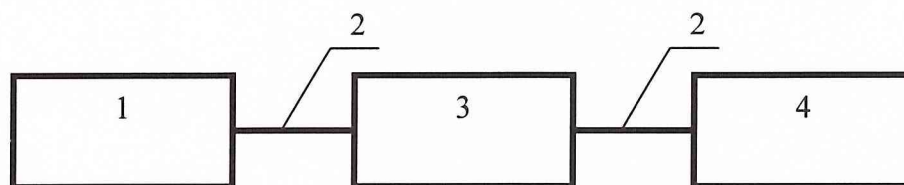


Рисунок 2

1 – испытываемая аппаратура НАП-С, 2 – сигнальный кабель для передачи сигналов 1 Гц, 3 – частотомер электронно-счетный ЧЗ-64/1, 4 – модуль приёмно-измерительный синхронизирующий К-161В-А-Н-SMB-02-01-13

8.3.3.2 Установить в соответствии с п.п. 4.1 РЭ режим работы по КНС ГЛОНАСС, синхронизацию шкалы времени приемника к шкале системного времени ГЛОНАСС.

8.3.3.3 Результаты ежесекундных сличений $dT(i)$ (на i -ый момент измерений) шкалы времени, формируемой аппаратурой НАП-С, со шкалой времени модуля приёмно-измерительного синхронизирующего К-161В-А-Н-SMB-02-01-13, синхронизированной со шкалой системного времени ГЛОНАСС, наблюдать на табло частотомера ЧЗ-64/1 и фиксировать на ПЭВМ (например, с использованием канала общего пользования КОП).

8.3.3.4 Провести не менее N измерений, $N \geq 30$, и вычислить систематическую погрешность синхронизации шкалы времени аппаратуры НАП-С к шкале системного времени КНС ГЛОНАСС в режиме слежения за НКА dT по формуле (8):

$$dT = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N dT(i) \quad (8)$$

где $dT(i)$ – i -ое расхождение шкалы времени аппаратуры и шкалы системного времени;
 N – количество измерений.

8.3.3.5 Вычислить СКО результата измерения расхождения шкалы времени аппаратуры НАП-С и шкалы системного времени ГЛОНАСС в режиме слежения за навигационными космическими аппаратами σ_T по формуле (9):

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (dT(i) - dT)^2}{N - 1}} \quad (9)$$

8.3.3.6 Вычислить погрешности (при доверительной вероятности 0,95) синхронизации шкалы времени аппаратуры НАП-С к шкале системного времени КНС ГЛОНАСС в режиме слежения за НКА ПТ по формуле (10):

$$ПТ = dT \pm 2 \sigma \quad (10)$$

8.3.3.7 Результаты испытаний считаются положительными, если значение погрешности (при доверительной вероятности 0,95) синхронизации шкалы времени аппаратуры НАП-С к шкале системного времени КНС ГЛОНАСС в режиме слежения за НКА находится в пределах ± 1 мкс.

При невыполнении требований п.п. 8.3.3.7 аппаратура НАП-С бракуется и отправляется в ремонт либо для проведения настройки.

8.3.3.8 Установить в соответствии с п.п. 4.1 РЭ режим работы по КНС ГЛОНАСС/GPS, синхронизацию шкалы времени приемника к шкале системного времени GPS.

8.3.3.9 Результаты ежесекундных сличений $dT(i)$ (на i -ый момент измерений) шкалы времени, формируемой аппаратурой НАП-С, со шкалой времени модуля приёмо-измерительного синхронизирующего К-161В-А-Н-SMB-02-01-13, синхронизированной со шкалой системного времени GPS, наблюдать на табло частотомера ЧЗ-64/1 и фиксировать на ПЭВМ (например, с использованием канала общего пользования КОП).

8.3.3.10 Выполнить действия п.п. 8.3.3.4 – 8.3.3.6.

8.3.3.11 Результаты испытаний считаются положительными, если значение погрешности (при доверительной вероятности 0,95) синхронизации шкалы времени аппаратуры НАП-С к шкале системного времени КНС GPS в режиме слежения за НКА находится в пределах ± 1 мкс.

При невыполнении требований п.п. 8.3.3.11 аппаратура НАП-С бракуется и отправляется в ремонт либо для проведения настройки.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 При положительных результатах поверки аппаратуры НАП-С выдается свидетельство установленной формы.

9.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

9.3 Параметры, определенные при поверке, заносят в формуляр на аппаратуру НАП-С.

9.4 В случае отрицательных результатов поверки, поверяемая аппаратура НАП-С к дальнейшему применению не допускается. На такую аппаратуру выдается извещение об её непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин, а в формуляре делаются соответствующие записи.

Начальник отдела
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ

Младший научный сотрудник
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ

И.Ю. Блинов

А.А. Фролов