

УТВЕРЖДАЮ

**Начальник ГЦИ СИ
ФГУП «ВНИИФТРИ»**



 **А.Н. Щипунов**

« 11 » 2012 г.

ИНСТРУКЦИЯ

**Аппаратура навигационно-временная потребителей
глобальных навигационных спутниковых систем
ГЛОНАСС/GPS/GALILEO/SBAS
NV08C-MCM, NV08C-CSM и NV08C-CSM-DR**

Методика поверки

**г.п. Менделеево
2012 г.**

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на аппаратуру навигационно-временную потребителей глобальных навигационных спутниковых систем ГЛО-НАСС/GPS/GALILEO/SBAS NV08C-MCM, NV08C-CSM и NV08C-CSM-DR (далее - аппаратура) и устанавливает методы и средства ее первичной и периодической поверок.

1.2 Межповерочный интервал - 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр.	8.1	да	да
2 Опробование.	8.2	да	да
3 Определение (контроль) метрологических характеристик:	8.3		
3.1 Определение инструментальной погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения координат в плане в статическом режиме при работе по сигналам ГЛОНАСС (код СТ), GPS код (C/A) и GALILEO (код OS DATA+PILOT) в частотном диапазоне L1	8.3.1	да	да
3.2 Определение инструментальной погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения координат в плане в динамическом режиме при работе по сигналам ГЛОНАСС (код СТ), GPS код (C/A) и GALILEO (код OS DATA+PILOT) в частотном диапазоне L1	8.3.2	да	да
3.3 Определение инструментальной погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения высоты в статическом режиме	8.3.3	да	да
3.4 Определение инструментальной погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения высоты в динамическом режиме	8.3.4	да	да
3.5 Определение инструментальной погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения скорости	8.3.5	да	да
3.6 Определение среднего квадратического отклонения случайной составляющей инструментальной погрешности синхронизации ШВ к ШВ UTC(SU), UTC(USNO), системным ШВ систем ГЛОНАСС и GPS	8.3.6	да	да

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, представленное в таблице 2.

Таблица 2

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
8.3.1-8.3.6	Имитатор сигналов СН-3803М (рег. № 36528-07), предел допускаемого среднего квадратического отклонения (СКО) случайной составляющей погрешности формирования беззапросной дальности до НКА КНС ГЛОНАСС и GPS по фазе дальномерного кода 0,1 м; по псевдоскорости СКО 0,005 м/с. Частотомер универсальный CNT-90 (рег. № 41567-09), диапазон измерений частоты от 0,001 Гц до 300 МГц, пределы допускаемой погрешности измерений частоты $\pm 1 \cdot 10^{-6}$.

3.2 Допускается использование других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих метрологические и технические характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в таблице 2.

3.3 Все средства поверки должны быть утвержденного типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 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

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, °C 20 ± 5 ;
- относительная влажность воздуха, % 65 ± 15 ;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) 100 ± 4 (750 ± 30).

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Поверитель должен изучить техническую документацию фирмы-изготовителя и руководства по эксплуатации (РЭ) применяемых средств поверки.

7.2 Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки;
- заземлить (если это необходимо) 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

8.1.1 При внешнем осмотре проверить:

- комплектность поверяемой аппаратуры;
- отсутствие внешних механических повреждений и неисправностей, влияющих на работоспособность аппаратуры;
- исправность органов управления.

8.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если комплектность поверяемой аппаратуры соответствует РЭ, отсутствуют внешние механические повреждения.

8.2 Опробование

8.2.1 Для опробования и дальнейшего определения метрологических характеристик аппаратуры собрать схему измерений в соответствии с рисунком 1.

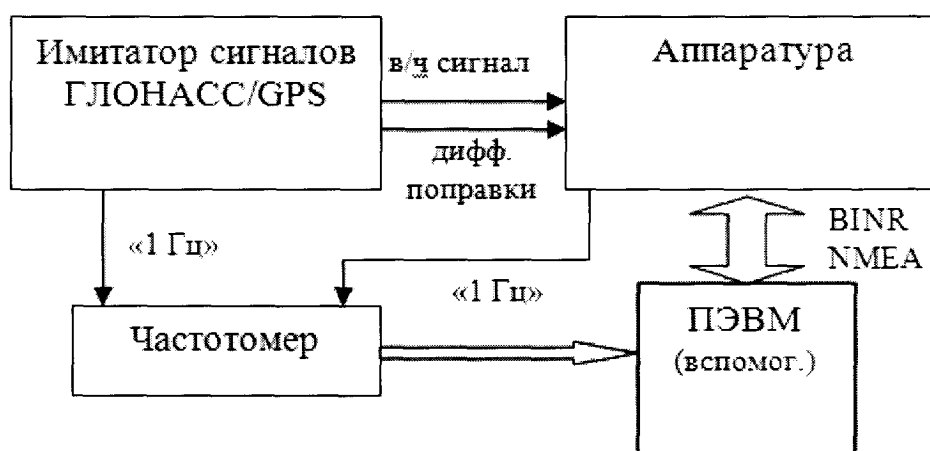


Рисунок 1 Схема измерений

8.2.2 Провести установку и запуск специального программного обеспечения «BM_Control» для отображения и съема измерительной информации аппаратуры на ПЭВМ.

8.2.3 Подключить навигационные сигналы ГЛОНАСС и GPS, формируемые имитатором сигналов, к входу антенны ГНСС аппаратуры.

8.2.4 На дисплее ПЭВМ в окне программного обеспечения «Настройки» установить: «Порт-COM1», «Скорость-115200», «Протокол-BINR» и нажать «Принять» и «Включить».

8.2.5 Дождаться в течение не более 15 минут решения навигационной задачи, о чем должно свидетельствовать отображение соответствующей информации в строках «Дата», «Время», «Широта», «Долгота», «Высота».

8.2.6 Проверить идентификационные признаки программного обеспечения в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
BM_Ctrl	BM_Ctrl.exe	03.04	7a0b7227868b1abe 8c93ac6d0c10bd0c	Md5

8.2.7 Результаты опробования считать положительными, если отображается текущее время, координаты, высота и номер версии ПО соответствует указанному в п. 8.2.6.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение инструментальной погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения координат в плане в статическом режиме при работе по сигналам ГЛОНАСС (код СТ), GPS код (C/A) и GALILEO (код OS DATA+PILOT) в частотном диапазоне L1

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

Таблица 4

Формируемые спутниковые навигационные сигналы	ГЛОНАСС (код СТ) и GPS (код C/A без SA) в частотном диапазоне L1, GALILEO (код OS DATA+PILOT)
Продолжительность	60 мин.
Количество каналов:	
ГЛОНАСС	8
GPS	8
GALILEO	8
Параметры среды распространения навигационных сигналов:	
тропосфера	отсутствует
ионосфера	присутствует
Формируемые сигналы функциональных дополнений	SBAS RTCM
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	60 мин

8.3.1.2 Запустить сценарий имитации. Отключить формирование сигналов SBAS и дифференциальных поправок в формате RTCM.

8.3.1.3 Настроить аппаратуру на выдачу результатов измерений в протоколе NMEA.

8.3.1.4 Осуществить запись NMEA сообщений с частотой 1 сообщение в 1 с в абсолютном режиме работы аппаратуры в течение 60 минут.

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

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

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

где $B_{ист}$ – истинное значение координаты В, угл. сек;

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

N – количество измерений.

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

8.3.1.6 Определить среднее квадратическое отклонение (СКО) случайной составляющей погрешности определения координат по формуле (3), например, для координаты В (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).

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

- для широты:

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

- для долготы:

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

где a – большая полуось эллипсоида, м;

e – первый эксцентриситет эллипсоида;

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

Для приближенных расчетов можно применять следующие формулы:

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

8.3.1.8 Определить погрешность (по уровню вероятности 0,95) определения координат в плане по формулам (6)-(7):

$$P_B = dB(m) \pm 2 \cdot \sigma_B(m), \quad (6)$$

$$P_L = dL(m) \pm 2 \cdot \sigma_L(m). \quad (7)$$

8.3.1.9 Запустить сценарий имитации. Отключить формирование дифференциальных поправок в формате RTCM.

8.3.1.10 Выполнить действия по п.п. 8.3.1.3-8.3.1.8.

8.3.1.11 Запустить сценарий имитации. Отключить формирование сигналов SBAS.

8.3.1.12 Выполнить действия по п.п. 8.3.1.3-8.3.1.8.

8.3.1.13 Результаты поверки считать положительными, если значения инструментальной погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения координат в плане в статическом режиме при работе по сигналам ГЛОНАСС (коды СТ) и GPS (код C/A без SA) и GALILEO (код OS DATA+PILOT) в частотном диапазоне L1 находятся в пределах ± 5 м в автономном режиме, ± 2 м с использованием дифференциального режима SBAS, ± 1 м в дифференциальном режиме DGNS. В противном случае аппаратура бракуется и направляется в ремонт.

8.3.2 Определение инструментальной погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения координат в плане в динамическом режиме при работе по сигналам ГЛОНАСС (код СТ), GPS код (C/A) и GALILEO (код OS DATA+PILOT) в частотном диапазоне L1

8.3.2.1 Подготовить сценарий имитации с параметрами, приведенными в таблице 5, при этом контролировать, чтобы значение геометрического фактора ухудшения не превышало 4.

Таблица 5

Формируемые спутниковые навигационные сигналы	ГЛОНАСС (код СТ) и GPS (код C/A без SA) в частотном диапазоне L1, GALILEO (код OS DATA+PILOT)
Продолжительность	60 мин.
Количество каналов:	
ГЛОНАСС	8
GPS	8
GALILEO	8
Параметры среды распространения навигационных сигналов:	
тропосфера	отсутствует
ионосфера	присутствует
Формируемые сигналы функциональных дополнений	SBAS RTCM
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	5 мин
Скорость движения (прямолинейное, равномерное движение, азимут 45 градусов)	35 м/с
Продолжительность движения	55 мин.

8.3.2.2 Запустить сценарий имитации. Отключить формирование сигналов SBAS и дифференциальных поправок в формате RTCM.

8.3.2.3 Настроить аппаратуру на выдачу результатов измерений в протоколе NMEA.

8.3.2.4 Осуществить запись NMEA сообщений с частотой 1 сообщение в 1 с в абсолютном режиме работы аппаратуры в течение 60 минут.

8.3.2.5 Рассчитать погрешность (по уровню вероятности 0,95) определения координат в плане в соответствии с п.п. 8.3.1.5-8.3.1.8.

8.3.2.6 Выполнить действия в соответствии с п.п. 8.3.1.9-8.3.1.12.

8.3.2.7 Результаты поверки считать положительными, если значения инструментальной погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения координат в плане в динамическом режиме при работе по сигналам ГЛОНАСС (коды СТ) и GPS (код C/A без SA) и GALILEO (код OS DATA+PILOT) в частотном диапазоне L1 находятся в пределах ± 5 м в автономном режиме, ± 2 м с использованием дифференциального режима SBAS, ± 1 м в дифференциальном режиме DGNSS. В противном случае аппаратура бракуется и направляется в ремонт.

8.3.3 Определение инструментальной погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения высоты в статическом режиме

8.3.3.1 Для определения инструментальной погрешности определения высоты в статическом режиме использовать результаты измерений, полученные при выполнении п. 8.3.1.

8.3.3.2 Определить систематическую составляющую погрешности определения высоты по формулам (8), (9):

$$\Delta H(j) = H(j) - H_{уст}, \quad (8)$$

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

$$\Delta H(j) = H(j) - H_{ист}, \quad (8)$$

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

где $H_{ист}$ – истинное значение высоты;

$H(j)$ – значение высоты в j -ый момент времени;

N – количество измерений.

8.3.3.3 Определить СКО случайной составляющей погрешности определения высоты по формуле (10), например, для координаты В (широты):

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\Delta H(j) - dH)^2}{N - 1}}. \quad (10)$$

8.3.3.4 Определить погрешность (по уровню вероятности 0,95) определения высоты по формуле (11):

$$P_H = dH(m) \pm 2 \cdot \sigma_H(m). \quad (11)$$

8.3.3.5 Результаты поверки считать положительными, если значения инструментальной погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения высоты в статическом режиме находятся в пределах ± 6 м. В противном случае аппаратура бракуется и направляется в ремонт.

8.3.4 Определение инструментальной погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения высоты в динамическом режиме

8.3.4.1 Для определения инструментальной погрешности определения высоты в динамическом режиме использовать результаты измерений, полученные при выполнении п. 4.11.

8.3.4.2 Рассчитать погрешность (по уровню вероятности 0,95) определения высоты в соответствии с п.п. 8.3.3.2-8.3.3.4.

8.3.4.3 Результаты поверки считать положительными, если значения инструментальной погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения высоты в динамическом режиме находятся в пределах ± 6 м.

8.3.5 Определение инструментальной погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения скорости

8.3.5.1 Для определения инструментальной погрешности определения скорости использовать результаты измерений скорости, полученные при выполнении п. 4.11.

8.3.5.2 Определить систематическую составляющую погрешности и среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности определения скорости по формулам (8) - (10):

$$\Delta V(j) = V(j) - V_{ист}, \quad (12)$$

$$dV = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \Delta V(j), \quad (13)$$

$$\sigma_V = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\Delta V(j) - dV)^2}{N - 1}}. \quad (14)$$

где $V_{ист}$ – истинное значение скорости, м/с;

V_j – значение скорости в j -ый момент времени, м/с;

N – количество измерений.

8.3.5.3 Определить погрешность (по уровню вероятности 0,95) определения скорости по формуле (15):

$$P_V = dV \pm 2\sigma_V. \quad (15)$$

8.3.5.4 Результаты поверки считать положительными, если значения инструментальной погрешности (по уровню вероятности 0,95) определения скорости находятся в пределах $\pm 0,1$ м/с. В противном случае аппаратура бракуется и направляется в ремонт.

8.3.6 Определение среднего квадратического отклонения случайной составляющей инструментальной погрешности синхронизации ШВ к ШВ UTC(SU), UTC(USNO), системным ШВ систем ГЛОНАСС и GPS

8.3.6.1 Подготовить сценарий имитации с параметрами, приведенными в таблице 6, при этом контролировать, чтобы значение геометрического фактора ухудшения не превышало 4.

Таблица 6

Формируемые спутниковые навигационные сигналы	ГЛОНАСС (код СТ) и GPS (код C/A без SA) в частотном диапазоне L1
Продолжительность	120 мин.
Количество каналов: ГЛОНАСС	8
GPS	8
Параметры среды распространения навигационных сигналов: тропосфера ионосфера	отсутствует присутствует
Координаты в системе координат WGS-84 (стоянка): - широта - долгота - высота, м - высота геоида, м	60°00'000000 N 030°00'000000 E 100,00 18,00
Продолжительность стоянки	120 мин

8.3.6.2 Подготовить частотомер к измерению расхождения ШВ. Запустить сценарий имитации.

8.3.6.3 Настроить аппаратуру на выдачу ШВ, синхронизированной с системной ШВ ГЛОНАСС.

8.3.6.4 Провести запись измерений частотомера расхождений ШВ имитатора сигналов и аппаратуры $\Delta T(j)$ на ПЭВМ с темпом записи 1 измерение в секунду.

8.3.6.5 Рассчитать среднее квадратическое отклонение случайной составляющей инструментальной погрешности синхронизации ШВ аппаратуры к назначенной ШВ по формуле (16):

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\Delta T(j) - \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \Delta T(j))^2}{N-1}}, \quad (16)$$

где N – количество измерений.

8.3.6.6 Настроить аппаратуру на выдачу ШВ, синхронизированной с системной ШВ GPS.

8.3.6.7 Выполнить действия по п.п. 8.3.6.4 и 8.3.6.5.

8.3.6.8 Настроить аппаратуру на выдачу ШВ, синхронизированной с ШВ UTC(SU).

8.3.6.9 Выполнить действия по п.п. 8.3.6.4 и 8.3.6.5.

8.3.6.10 Настроить аппаратуру на выдачу ШВ, синхронизированной с ШВ UTC(USNO).

8.3.6.11 Выполнить действия по п.п. 8.3.6.4 и 8.3.6.5.

8.3.6.12 Результаты поверки считать положительными, если значения среднего квадра-

тического отклонения случайной составляющей инструментальной погрешности синхронизации ШВ к ШВ UTC(SU), UTC(USNO), системным ШВ систем ГЛОНАСС и GPS не превышают 15 нс. В противном случае аппаратура бракуется и направляется в ремонт.

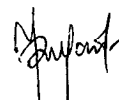
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 При положительных результатах поверки аппаратуры выдается свидетельство установленной формы.

9.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записывают результаты поверки.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки поверяемая аппаратура к дальнейшему применению не допускается. На такую аппаратуру выдается извещение об ее непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин забракования.

Заместитель начальника НИО-8 по научной работе
ФГУП «ВНИИФТРИ»



В.Н. Федотов

Начальник отдела № 84
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.М. Каверин

Младший научный сотрудник
лаборатории № 841 ФГУП «ВНИИФТРИ»



Д.С.Печерица