

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ГЦИ СИ
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

2013 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Имитаторы сигналов СН-3803М

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г.п. Менделеево

2013 г.

1 Общие сведения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на имитаторы сигналов СН-3803М (далее – имитаторы), и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками – 1 год.

2 Операции поверки

2.1 При поверке имитаторов выполнить работы в объеме, указанном 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 Идентификация программного обеспечения	8.3	да	да
4 Определение номинальных значений выходных частот	8.4	да	нет
5 Определение относительной погрешности по частоте внутреннего опорного генератора	8.5	да	да
6 Определение относительной вариации частоты внутреннего опорного генератора за 1 сутки	8.6	да	да
7 Определение среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения результата измерений частоты внутреннего опорного генератора при $\tau_{\text{И}} = \tau_{\text{В}} = 1 \text{ с}$	8.7	да	да
8 Определение относительного уровня помех, обусловленного паразитными составляющими	8.8	да	да
9 Определение динамического диапазона изменения уровня мощности выходного сигнала	8.9	да	нет
10 Определение погрешности установки уровня мощности выходного сигнала между каналами имитации	8.10	да	да
11 Определение среднего квадратического отклонения (СКО) случайной составляющей погрешности формирования беззапросной дальности	8.11	да	нет

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке (после ремонта)	периодической поверке
(псевдодальности) по фазе дальномерного кода, по фазе несущей частоты			
12 Определение СКО случайной составляющей погрешности формирования скорости изменения беззапросной дальности (псевдодальности)	8.12	да	нет
13 Определение погрешности синхронизации шкалы времени блока имитации (выход сигнала метки времени «1 с») с меткой времени, передаваемой в навигационном сигнале	8.13	да	да
14 Определение диапазона скорости при моделировании параметров движения объекта-носителя НАП в навигационном поле СНС	8.14	да	нет

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

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки использовать средства измерений и вспомогательное оборудование, представленные в таблице 2.

Таблица 2

№ пунктов методики поверки	Наименование эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики средств поверки
8.5, 8.6, 8.7, 8.11, 8.12	Стандарт частоты рубидиевый FS 725 (пределы относительной погрешности по частоте $\pm 5 \cdot 10^{-11}$)
8.5, 8.6, 8.7	Компаратор частотный Ч7-318 (среднее квадратическое относительное двухвыборочное отклонение результата измерений частоты для интервала времени измерений 1 с при полосе пропускания компаратора 3 Гц не более $2 \cdot 10^{-14}$)
8.4, 8.11, 8.12	Приемник сигналов глобальных навигационных спутниковых систем геодезический многочастотный СИГМА (диапазоны частот принимаемых сигналов СНС ГЛОНАСС (L1, L2), СНС GPS (L1, L2, L5), СНС Galileo (E1, E5ab), ШДПС SBAS (L1))
8.9, 8.10	Ваттметр Е4418В с преобразователями 8481А и 8481D (пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm 6\%$ в диапазоне значений от минус 70 до минус 30 дБ (исх. 1мВт))

№ пунктов методики поверки	Наименование эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики средств поверки
8.4, 8.8, 8.14	Анализатор спектра N9010A (диапазон рабочих частот: от 9 кГц до 26,5 ГГц, пределы относительной погрешности частоты опорного генератора $\pm 1,5 \times 10^{-7}$)
8.13	Осциллограф цифровой запоминающий WaveMaster 820Zi (количество каналов 2, полоса пропускания 20 ГГц)

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

3.3 Применяемые средства поверки должны быть утверждённого типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке (отметки в формулярах или паспортах).

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению поверки имитаторов допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим образованием, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке, допущенный к работе с электроустановками и имеющие право на поверку (аттестованными в качестве поверителей).

5 Требования безопасности

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

5.2 К работе с имитаторами допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94, ГОСТ Р 51350-99, инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

5.3 При проведении поверки необходимо принять меры защиты от статического напряжения, использовать антистатические заземленные браслеты и заземлённую оснастку. Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности антистатических защитных устройств.

6 Условия поверки

6.1 Поверку проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °C 20 ± 5;

Примечание: температура выбирается в соответствии с руководствами по эксплуатации средств поверки; все средства измерений, используемые при поверке имитаторов, должны работать в нормальных условиях эксплуатации.

- относительная влажность воздуха при температуре 20 °C, % от 30 до 80;

- атмосферное давление, мм рт. ст. от 630 до 795;

- напряжение питания, В от 198 до 242;

- частота, Гц от 48 до 66.

7 Подготовка к поверке

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выполнить операции, оговоренные в документации изготовителя наверяемый имитатор по его подготовке к работе;
- выполнить операции, оговоренные в РЭ на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить прогрев аппаратуры для установления ее рабочих режимов.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре проверить:

- отсутствие механических повреждений и ослабление элементов, четкость фиксации их положения;
- четкость обозначений, чистоту и исправность разъёмов и гнезд, наличие и целостность печатей и пловб;
- наличие маркировки согласно требованиям эксплуатационной документации.

8.1.2 Результаты поверки считать положительными, если выполняются все перечисленные требования. В противном случае имитатор бракуется.

8.2 Опробование

8.2.1 Разместить блок имитации на устойчивой горизонтальной плоскости в непосредственной близости от управляющего компьютера. Соединить клемму заземления блока имитации с шиной заземления.

8.2.2 Включить имитатор сигналов в соответствии с порядком включения, приведенным в РЭ.

8.2.3 Проверка работоспособности блока имитации имитатора выполняется автоматически после включения питания с помощью специализированного программного обеспечения (СПО) блока имитации.

8.2.4 Наблюдать на дисплее блока имитации имитатора процесс автопроверки; в процессе автопроверки СПО блока имитации поочередно устанавливает каналы блока имитации на выдачу максимальной мощности; встроенным измерителем мощности контролируется наличие этой мощности на выходе; автопроверка проводится для всех каналов на всех рабочих частотных диапазонах; в случае несоответствия измеренной мощности заданной, на дисплее высвечивается сообщение о неисправности канала.

8.2.5 Проверить работоспособность управляющего компьютера путем запуска на нем исполняющего файла СПО «Среда создания сценария» и контроля результатов тестирования. Сравнить номер версии СПО с приведенной в РЭ.

8.2.6 Результаты поверки считать положительными, если при опробовании не наблюдается сбоев загрузки СПО блока имитации, сбоев автопроверки блока имитации, сообщений об ошибках, сбоев тестирования СПО «Среда создания сценария», версия используемого СПО совпадает с версией, приведенной в РЭ.

8.3 Идентификация программного обеспечения

8.3.1 Проверку соответствия заявленных идентификационных данных ПО имитатора проводить в следующей последовательности:

- проверить наименование ПО;
- проверить идентификационное наименование ПО;
- проверить номер версии (идентификационный номер) ПО.

8.3.2 Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют идентификационным данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Специальное программное обеспечение управления блоком имитации СН-3803М	ТДЦК.80024-03	версия не ниже 0.1.21.1.1.1	-	-
Специальное программное обеспечение рабочей станции (среда создания сценария)	ТДЦК.80025-04	версия не ниже 4.4.6	-	-

8.4 Определение номинальных значений выходных частот

8.4.1 Подключить с помощью радиочастотного кабеля к порту «РЧ», расположенному на передней панели блока имитации из состава имитатора, антенный вход приемника сигналов глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) геодезического многочастотного СИГМА.

8.4.2 Сформировать и воспроизвести на имитаторе сценарий по формированию сигналов СНС ГЛОНАСС (L1, L2), СНС GPS (L1, L2, L5), СНС Galileo (E1, E5ab), ШДПС SBAS (L1) для неподвижного объекта.

8.4.3 Контролировать прием ГНСС-приемником СИГМА сигналов, формируемых имитатором.

8.4.4 Для проверки возможности формирования имитатором кодовых сигналов СНС ГЛОНАСС (L3) подключить с помощью радиочастотного кабеля к порту «КАЛИБР», расположенному на передней панели блока имитации из состава имитатора, вход анализатора спектра N9010A.

8.4.5 Сформировать и воспроизвести на имитаторе сценарий по формированию сигнала СНС ГЛОНАСС (L3), при этом установить нулевым значение скорости изменения беззапросной дальности (псевдодальности).

8.4.6 Контролировать на анализаторе спектра N9010A спектр принимаемого сигнала СНС ГЛОНАСС (L3) и его соответствия требованиям ИКД ГЛОНАСС навигационный сигнал L3 редакция 1 от 2011 г. Спектр сигнала СНС ГЛОНАСС (L3) приведен на рисунке 1.

8.4.7 Результаты поверки считать положительными, если ГНСС-приемник СИГМА обеспечивает прием сигналов, формируемых имитатором, на дисплее анализатора спектра N9010A отображается спектр принимаемого сигнала СНС ГЛОНАСС (L3), таким образом, номинальные значения выходных частот сигналов, формируемых имитатором, составляют значения, приведенные в таблице 4. В противном случае имитатор бракуется

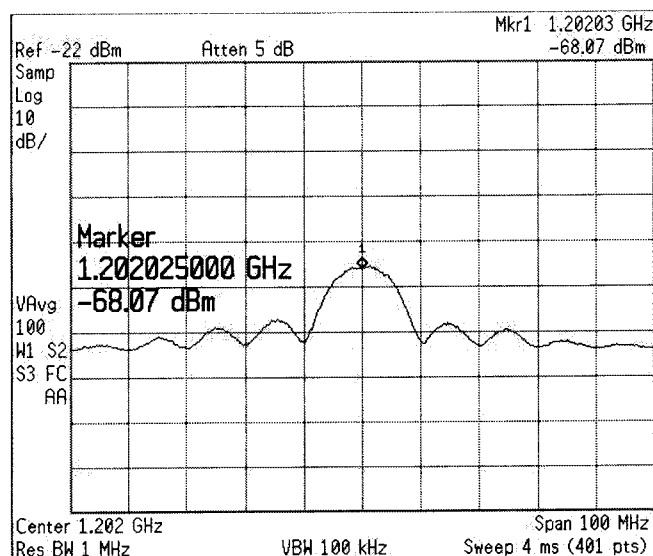


Рисунок 1 – Спектр сигнала СНС ГЛОНАСС (L3)

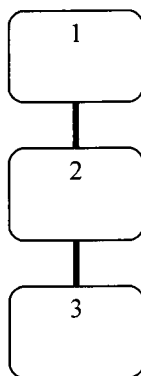
Таблица 4

Наименование характеристики	Значение характеристики
Номинальные значения выходных частот, МГц	
СНС ГЛОНАСС (L1)	$1602 + k \cdot 0,5625$
СНС ГЛОНАСС (L2)	$1246 + k \cdot 0,4375$
	где $k = -7 \dots 7$
СНС ГЛОНАСС (L3)	1202,0250
СНС GPS (L1)	1575,4200
СНС GPS (L2)	1227,6000
СНС GPS (L5)	1176,4500
СНС Galileo (E1)	1575,4200
СНС Galileo (E5a)	1176,4500
СНС Galileo (E5b)	1207,1400
ШДПС SBAS	1575,4200

8.5 Определение относительной погрешности по частоте внутреннего опорного генератора

8.5.1 Определение относительной погрешности по частоте внутреннего опорного генератора имитатора проводить после предварительного прогрева имитатора в течение не менее 2 часов.

8.5.2 Определение относительной погрешности по частоте внутреннего опорного генератора имитатора проводить по схеме, приведенной на рисунке 2. Подключить с помощью радиочастотного кабеля к порту «10 МГц», расположенному на задней панели блока имитации из состава имитатора, вход компаратора частотного Ч7-318.



- 1 –имитатор сигналов;
2 – компаратор частотный Ч7-318;
3 – стандарт частоты рубидиевый FS725

Рисунок 2 – Схема для определения метрологических характеристик внутреннего опорного генератора имитатора

8.5.3 Провести определения относительной погрешности по частоте внутреннего опорного генератора имитатора в соответствии с РЭ на компаратор частотный Ч7-318.

8.5.4 Результаты поверки считать положительными, если значение относительной погрешности по частоте внутреннего опорного генератора имитатора находится в пределах $\pm 2 \cdot 10^{-8}$. В противном случае имитатор бракуется.

8.6 Определение относительной вариации частоты внутреннего опорного генератора за 1 сутки

8.6.1 Определение относительной вариации частоты внутреннего опорного генератора имитатора за 1 сутки проводить после предварительного прогрева имитатора в течение не менее 2 часов.

8.6.2 Определение относительной вариации частоты внутреннего опорного генератора имитатора за 1 сутки проводить по схеме, приведенной на рисунке 2.

8.6.3 Провести измерения относительной погрешности по частоте внутреннего опорного генератора имитатора в соответствии с РЭ на компаратор частотный Ч7-318 с интервалом времени между измерениями, равным 1 сутки.

8.6.4 Вычислить значение относительной вариации частоты согласно ГОСТ 8.567-99.

8.6.5 Результаты поверки считать положительными, если значение относительной вариации частоты внутреннего опорного генератора имитатора за 1 сутки находится в пределах $\pm 5 \cdot 10^{-10}$. В противном случае имитатор бракуется.

8.7 Определение среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения результата измерений частоты внутреннего опорного генератора при $\tau_H = \tau_B = 1$ с

8.7.1 Определение среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения результата измерений частоты внутреннего опорного генератора имитатора проводить после предварительного прогрева имитатора в течение не менее 2 часов.

8.7.2 Определение среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения результата измерений частоты внутреннего опорного генератора имитатора проводить по схеме, приведенной на рисунке 2.

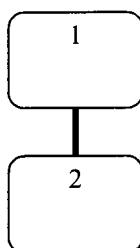
8.7.3 Провести определение среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения результата измерений частоты внутреннего опорного генератора имитатора при $\tau_H = \tau_B = 1$ с в соответствии с РЭ на компаратор частотный Ч7-318.

8.7.4 Результаты поверки считать положительными, если значение среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения результата измерений частоты

внутреннего опорного генератора имитатора при $\tau_{\text{и}} = \tau_{\text{в}} = 1$ с не более $5 \cdot 10^{-12}$. В противном случае имитатор бракуется.

8.8 Определение относительного уровня помех, обусловленного паразитными составляющими

8.8.1 Определение относительного уровня помех, обусловленного паразитными составляющими в спектре выходного сигнала проводить по схеме, приведенной на рисунке 3. Подключить с помощью радиочастотного кабеля к порту «КАЛИБР», расположенному на передней панели блока имитации из состава имитатора, вход анализатора спектра N9010A.



- 1 – имитатор сигналов;
2 – анализатор спектра N9010A

Рисунок 3 – Схема для оценки уровня помех, обусловленного паразитными составляющими в спектре выходного сигнала

8.8.2 Сформировать и воспроизвести на имитаторе сценарий по формированию немодулированного сигнала в диапазоне L1 (литер 0) СНС ГЛОНАСС согласно РЭ. Установить значение скорости изменения беззапросной дальности (псевдодальности), соответствующее значению доплеровского сдвига частоты 50 кГц.

8.8.3 Настроить центральную частоту анализа анализатора спектра N9010A на значение 1602,05 МГц (1602,00 МГц + 50 кГц). Измерить мощность сигнала на центральной частоте P_0 .

8.8.4 При помощи анализатора спектра N9010A измерить значения мощности сигнала P_i при отстройках частоты минус 100 кГц, минус 50 кГц, 50 кГц от значения центральной частоты анализа (1602,05 МГц).

8.8.5 Рассчитать относительный уровень помех, обусловленных паразитными составляющими в спектре выходного сигнала, по формуле (1):

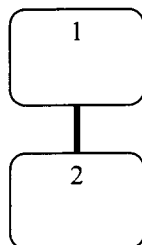
$$\delta_i = P_0 - P_i, \quad i = 1 \dots 3. \quad (1)$$

8.8.6 Провести аналогичные измерения в диапазонах частот L2, L3 СНС ГЛОНАСС, а также СНС GPS (L1, L2, L5), СНС Galileo (E1, E5ab), ШДПС SBAS (L1).

8.8.7 Результаты поверки считать положительными, если значения относительного уровня помех, обусловленного паразитными составляющими, составляют не более минус 40 дБс. В противном случае имитатор бракуется.

8.9 Определение динамического диапазона изменения уровня мощности выходного сигнала

8.9.1 Определение динамического диапазона изменения уровня мощности выходного сигнала проводить по схеме, приведенной на рисунке 4. Подключить с помощью радиочастотного кабеля к порту «КАЛИБР», расположенному на передней панели блока имитации из состава имитатора, вход ваттметра E4418B с преобразователями 8481A и 8481D. Перед использованием ваттметра необходимо провести его внутреннюю калибровку с учетом соответствующих поправочных коэффициентов. При проведении измерений использовать радиочастотный кабель с известным коэффициентом ослабления и учитывать его значение при вычислениях.



1 – имитатор сигналов;
2 – ваттметр E4418B

Рисунок 4 – Схема для определения динамического диапазона изменения уровня мощности выходного сигнала

8.9.2 Сформировать и воспроизвести на имитаторе сценарий по формированию сигнала в диапазоне L1 (литер 0) СНС ГЛОНАСС согласно РЭ. Установить нулевым значение скорости изменения беззапросной дальности (псевдодальности).

8.9.3 Измерить значение мощности сигнала с использованием ваттметра E4418B.

8.9.4 Рассчитать значение верхней границы динамического диапазона изменения уровня мощности выходного сигнала по формуле (2):

$$\Delta^1 = P_{\text{КАЛИБР}} - P_{\text{АТТ}}, \quad (2)$$

где $P_{\text{КАЛИБР}}$ - мощность сигнала, измеренная ваттметром E4418B;

$P_{\text{АТТ}}$ - мощность сигнала, ослабляемая аттенюаторами 60 дБ на портах «РЧ» имитатора, за исключением порта «КАЛИБР», $P_{\text{АТТ}} = 60 \text{ дБ}$.

8.9.5 Рассчитать значение нижней границы динамического диапазона изменения уровня мощности выходного сигнала по формуле (3):

$$\Delta^2 = \Delta^1 - P_{\text{АТТ}}^1 - P_{\text{АТТ}}^2, \quad (3)$$

где $P_{\text{АТТ}}^1, P_{\text{АТТ}}^2$ - мощности сигналов, ослабляемые аттенюаторами 20 дБ в универсальных блоках имитации, $P_{\text{АТТ}}^1 = P_{\text{АТТ}}^2 = 20 \text{ дБ}$.

8.9.6 Провести аналогичные измерения в диапазонах частот L2, L3 СНС ГЛОНАСС, а также СНС GPS (L1, L2, L5), СНС Galileo (E1, E5ab), ШДПС SBAS (L1).

8.9.7 Результаты поверки считать положительными, если верхняя граница динамического диапазона изменения уровня мощности выходного сигнала составляет значение минус 140 дБВт ± 1 дБ, нижняя граница динамического диапазона изменения уровня мощности выходного сигнала составляет значение минус 180 дБВт ± 1 дБ, что свидетельствует о том, что динамический диапазон изменения уровня мощности выходного сигнала составляет от минус 180 дБВт до минус 140 дБВт. В противном случае имитатор бракуется.

8.10 Определение погрешности установки уровня мощности выходного сигнала между каналами имитации

8.10.1 Определение погрешности установки уровня мощности выходного сигнала между каналами имитации проводить по схеме, приведенной на рисунке 4. Подключить с помощью радиочастотного кабеля к порту «КАЛИБР», расположенному на передней панели блока имитации из состава имитатора, вход ваттметра E4418B с преобразователями 8481A и 8481D. Перед использованием ваттметра необходимо провести его внутреннюю калибровку с учетом соответствующих поправочных коэффициентов.

8.10.2 Сформировать и воспроизвести на имитаторе сценарий по формированию сигнала в диапазоне L1 (литер 0) СНС ГЛОНАСС согласно РЭ. Установить нулевым значение скорости изменения беззапросной дальности (псевдодальности).

8.10.3 Последовательно измерить значение мощности сигнала с использованием ваттметра Е4418В при генерации сигнала в каналах имитатора с 1 по 32, $P_1...P_{32}$.

8.10.4 Вычислить погрешности установки уровня мощности выходного сигнала между каналами имитации по формуле (4):

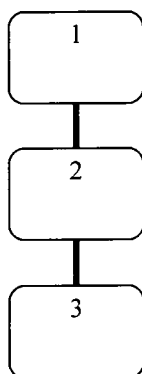
$$\Delta_k = P_l - P_k, k = 2...32. \quad (4)$$

8.10.5 Провести аналогичные измерения в диапазонах частот L2, L3 СНС ГЛОНАСС, а также СНС GPS (L1, L2, L5), СНС Galileo (E1, E5ab), ШДПС SBAS (L1).

8.10.6 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности установки уровня мощности выходного сигнала между каналами имитации находятся в пределах $\pm 0,5$ дБ. В противном случае имитатор бракуется.

8.11 Определение СКО случайной составляющей погрешности формирования беззапросной дальности (псевдодальности) по фазе дальномерного кода, по фазе несущей частоты

8.11.1 Определение СКО случайной составляющей погрешности формирования беззапросной дальности (псевдодальности) по фазе дальномерного кода, по фазе несущей частоты проводить по схеме, приведенной на рисунке 5. Подключить с помощью радиочастотного кабеля к порту «РЧ», расположенному на передней панели блока имитации из состава имитатора, антенный вход ГНСС-приемника СИГМА. Использовать гармонические высокостабильные сигналы 10 МГц стандарта частоты рубидиевого FS725 в качестве сигналов опорной частоты для имитатора и ГНСС-приемника СИГМА.



- 1 –имитатор сигналов;
- 2 – ГНСС-приемник СИГМА;
- 3 – стандарт частоты рубидиевый FS725

Рисунок 5 – Схема для определения метрологических характеристик имитатора в части формирования радионавигационных параметров

8.11.2 Сформировать и воспроизвести на имитаторе сценарий по формированию сигналов СНС ГЛОНАСС (L1, L2), СНС GPS (L1) для неподвижного объекта продолжительностью не менее 60 минут.

8.11.3 Провести измерения текущих навигационных параметров ГНСС-приемником СИГМА с записью измерительной информации (темп записи 1 измерение в 1 с). По окончании измерений провести конвертирование полученной измерительной информации в файл формата RINEX.

8.11.4 Для определения СКО случайной составляющей погрешности формирования псевдодальности по фазе дальномерного кода использовать измерения псевдодальности по сигналам СНС ГЛОНАСС в полях P1 и P2 (в метрах) файла формата RINEX. Для определения допускаемого СКО случайной составляющей погрешности формирования псевдодальности по фазе несущей частоты использовать измерения

псевдофазы по сигналам СНС ГЛОНАСС в полях L1 и L2 (в длинах волн) файла формата RINEX.

8.11.5 Вычислить разности псевдодальностей по фазе дальномерного кода P1 и P2 (в метрах) и по фазе несущей частоты L1 и L2 (в длинах волн) для сигналов СНС ГЛОНАСС, измерения по которым имеются в файле формата RINEX, по формулам (5), (6):

$$\Delta PR_{(P1-L1)i} = PR_{P1i} - PR_{L1i} \cdot \lambda_{L1}, \quad (5)$$

$$\Delta PR_{(P2-L2)i} = PR_{P2i} - PR_{L2i} \cdot \lambda_{L2}, \quad (6)$$

где λ_{L1} , λ_{L2} – длины волн высокочастотных навигационных сигналов в частотных диапазонах L1 и L2.

8.11.6 Вычислить разности приращений псевдодальности по фазе несущей частоты L1 и L2 для сигналов СНС ГЛОНАСС, измерения по которым имеются в файле формата RINEX, по формулам (7)-(9):

$$\Delta \Delta PR_{(L1-L2)k} = \Delta PR_{L1k} - \Delta PR_{L2k}, \quad (7)$$

где

$$\Delta PR_{L1k} = (PR_{(L1i+1)} - PR_{(L1i)}) \cdot \lambda_{L1}, \quad (8)$$

$$\Delta PR_{L2k} = (PR_{(L2i+1)} - PR_{(L2i)}) \cdot \lambda_{L2}. \quad (9)$$

8.11.7 Вычислить средние значения разностей $\Delta PR_{(P1-L1)i}$, $\Delta PR_{(P2-L2)i}$, $\Delta \Delta PR_{(L1-L2)k}$ по формулам (10)-(12):

$$\overline{\Delta PR_{(P1-L1)i}} = 1/N \sum_{i=1}^N \Delta PR_{(P1-L1)i}, \quad (10)$$

$$\overline{\Delta PR_{(P2-L2)i}} = 1/N \sum_{i=1}^N \Delta PR_{(P2-L2)i}, \quad (11)$$

$$\overline{\Delta \Delta PR_{(L1-L2)k}} = 1/M \sum_{k=1}^M \Delta \Delta PR_{(L1-L2)k}. \quad (12)$$

8.11.8 Вычислить значения СКО случайной составляющей погрешности формирования псевдодальности по фазе дальномерного кода, по фазе несущей частоты по формулам (13)-(15):

$$\sigma_{PR(P1)} = \sqrt{1/(N-1) \sum_{i=1}^N (\Delta PR_{(P1-L1)i} - \overline{\Delta PR_{(P1-L1)i}})^2}, \quad (13)$$

$$\sigma_{PR(P2)} = \sqrt{1/(N-1) \sum_{i=1}^N (\Delta PR_{(P2-L2)i} - \overline{\Delta PR_{(P2-L2)i}})^2}, \quad (14)$$

$$\sigma_{PR(L1,L2)} = \sqrt{1/2(M-1) \sum_{k=1}^M (\Delta \Delta PR_{(L1-L2)k} - \overline{\Delta \Delta PR_{(L1-L2)k}})^2}. \quad (15)$$

8.11.9 Результаты поверки считать положительными, если значения СКО случайной составляющей погрешности формирования псевдодальности по фазе дальномерного кода не более 0,1 м, по фазе несущей частоты не более 0,001 м. В противном случае имитатор бракуется.

8.12 Определение СКО случайной составляющей погрешности формирования скорости изменения беззапросной дальности (псевдодальности)

8.12.1 Определение СКО случайной составляющей погрешности формирования скорости изменения псевдодальности проводить по схеме, приведенной на рисунке 5. Подключить с помощью радиочастотного кабеля к порту «РЧ», расположенному на передней панели блока имитации из состава имитатора, антенный вход ГНСС-приемника СИГМА.

Использовать гармонические высокостабильные сигналы 10 МГц стандарта частоты рубидиевого FS725 в качестве сигналов опорной частоты для имитатора и ГНСС-приемника СИГМА.

8.12.2 Сформировать и воспроизвести на имитаторе сценарий по формированию сигналов СНС ГЛОНАСС (L1, L2), СНС GPS (L1) для неподвижного объекта продолжительностью не менее 60 минут.

8.12.3 Провести измерения текущих навигационных параметров ГНСС-приемником СИГМА с записью измерительной информации (темп записи 1 измерение в 1 с). По окончании измерений провести конвертирование полученной измерительной информации в файл формата RINEX.

8.12.4 Для определения СКО случайной составляющей погрешности формирования скорости изменения псевдодальности использовать измерения скорости изменения псевдодальности по сигналам СНС ГЛОНАСС в полях D1 и D2 (в длинах волн) файла формата RINEX.

8.12.5 Вычислить разности скоростей изменения псевдодальностей D1 и D2 (в метрах) для сигналов СНС ГЛОНАСС, измерения по которым имеются в файле формата RINEX, по формуле (16):

$$\Delta PPR_{(D1-D2)i} = PPR_{D1i} \cdot \lambda_{L1} - PPR_{D2i} \cdot \lambda_{L2}, \quad (16)$$

где λ_{L1} , λ_{L2} – длины волн высокочастотных навигационных сигналов в частотных диапазонах L1 и L2.

8.12.6 Вычислить средние значения разностей $\Delta PPR_{(D1-D2)i}$ по формуле (17):

$$\overline{\Delta PPR_{(D1-D2)i}} = 1/N \sum_{i=1}^N \Delta PPR_{(D1-D2)i}. \quad (17)$$

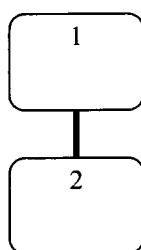
8.12.7 Вычислить значения допускаемого СКО случайной составляющей погрешности формирования скорости изменения псевдодальности по формуле (18):

$$\sigma_{PPR(D1,D2)} = \sqrt{1/2(N-1) \sum_{i=1}^N (\Delta PPR_{(D1-D2)i} - \overline{\Delta PPR_{(D1-D2)i}})^2}. \quad (18)$$

8.12.8 Результаты поверки считать положительными, если значения СКО случайной составляющей погрешности формирования скорости изменения псевдодальности не более 0,005 м/с В противном случае имитатор бракуется.

8.13 Определение погрешности синхронизации шкалы времени блока имитации (выход сигнала метки времени «1 с») с меткой времени, передаваемой в навигационном сигнале

8.13.1 Определение погрешности синхронизации шкалы времени блока имитации (выход сигнала метки времени «1 с») с меткой времени, передаваемой в навигационном сигнале, проводить по схеме, приведенной на рисунке 6. Подключить с помощью радиочастотного кабеля к порту «КАЛИБР», расположенному на передней панели блока имитации из состава имитатора, вход канала 1 осциллографа цифрового запоминающего WaveMaster 820Zi. Подключить с помощью радиочастотного кабеля к порту «1с», расположенному на задней панели блока имитации из состава имитатора, вход канала 2 осциллографа цифрового запоминающего WaveMaster 820Zi. При проведении измерений использовать радиочастотные кабели с известными значениями группового времени запаздывания и учитывать эти значения при вычислениях.



1 – имитатор сигналов;

2 – осциллограф цифровой запоминающий WaveMaster 820Zi

Рисунок 6 – Схема для определения погрешности синхронизации шкалы времени блока имитации (выход сигнала метки времени «1 с») с меткой времени, передаваемой в навигационном сигнале

8.13.2 Сформировать и воспроизвести на имитаторе сценарий по формированию сигнала в диапазоне L1 (литер 0) СНС ГЛОНАСС согласно РЭ. Установить нулевым значение скорости изменения беззапросной дальности (псевдодальности).

8.13.3 Измерить на осциллографе интервал времени между импульсным сигналом времени 1 Гц и соответствующим ему событию в навигационном сигнале, характеризующимся изменением фазы высокочастотного сигнала.

8.13.4 Учесть в результатах измерений значения группового времени запаздывания радиочастотных кабелей «КАЛИБР»-«канал1» и «1с»-«канал2».

8.13.5 Провести аналогичные измерения в диапазонах частот L2, L3 СНС ГЛОНАСС, а также СНС GPS (L1, L2, L5), СНС Galileo (E1, E5ab), ШДПС SBAS (L1).

8.13.6 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности синхронизации шкалы времени блока имитации (выход сигнала метки времени «1 с») с меткой времени, передаваемой в навигационном сигнале, находятся в пределах ± 10 нс. В противном случае имитатор бракуется.

8.14 Определение диапазона скорости при моделировании параметров движения объекта-носителя НАП в навигационном поле СНС

8.14.1 Определение диапазона скорости при моделировании параметров движения объекта-носителя НАП в навигационном поле СНС проводить по схеме, приведенной на рисунке 3. Подключить с помощью радиочастотного кабеля к порту «КАЛИБР», расположенному на передней панели блока имитации из состава имитатора, вход анализатора спектра N9010A.

8.14.2 Сформировать и воспроизвести на имитаторе сценарий по формированию немодулированного сигнала в диапазоне L1 (литер 0, номинальное значение частоты сигнала $f_0 = 1602,00$ МГц) СНС ГЛОНАСС согласно РЭ. Установить значение скорости изменения беззапросной дальности (псевдодальности) равным 12 000 м/с.

8.14.3 Измерить частоту сигнала f_l при помощи маркера анализатора спектра N9010A.

8.14.4 Рассчитать значение доплеровского сдвига частоты по формуле (19):

$$\Delta f_d = |f_l - f_0|, \quad (19)$$

8.14.5 Рассчитать значение скорости изменения псевдодальности по формуле (20):

$$v = \frac{\Delta f_d}{f_0} \cdot c, \quad (20)$$

где c – значение скорости света в вакууме.

8.14.6 Провести аналогичные измерения в диапазонах частот L2, L3 СНС ГЛОНАСС, а также СНС GPS (L1, L2, L5), СНС Galileo (E1, E5ab), ШДПС SBAS (L1).

8.14.7 Результаты поверки считать положительными, если рассчитанное значение скорости изменения псевдодальности составляет 12000 м/с, что свидетельствует о том, что

диапазон скорости при моделировании параметров движения объекта-носителя НАП в навигационном поле СНС составляет от 0 до 12000 м/с. В противном случае имитатор бракуется.

9 Оформление результатов поверки

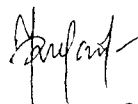
9.1 При положительных результатах поверки на имитатор выдается свидетельство установленной формы.

9.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки поверяемый имитатор к дальнейшему применению не допускается. На него выдается извещение о непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин браковки.

Зам. начальника НИО-8 по научной работе
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Научный сотрудник лаб. 841
ФГУП «ВНИИФТРИ»



В.Н. Федотов



Д.С. Печерица

Медведев М. А.