


УТВЕРЖДАЮ

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

 А.Н. Щипунов
8» 09 2015 г.



ИНСТРУКЦИЯ

Комплект эталонный имитатора навигационного сигнала GSS8000

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

н.р. 62049-15

р.п. Менделеево
2015 г.

1 Общие сведения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплект эталонный имитатора навигационного сигнала GSS8000 (далее – имитатор сигнала), зав. № 8747/8749/8978/8998 и устанавливает порядок и объем его первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками – 1 год.

2 Операции поверки

2.1 При поверке имитатора сигнала 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 несущих частот выходных сигналов	8.4	да	нет
5 Определение допускаемой относительной вариации частоты внутреннего опорного генератора за 1 сутки (после 24-часового прогрева)	8.5	да	да
6 Определение относительного уровня помехи, обусловленной зеркальным каналом	8.6	да	да
7 Определение допускаемой абсолютной погрешности установки уровня мощности выходных сигналов	8.7	да	да
8 Определение допускаемой абсолютной погрешности межканального смещения уровня мощности выходных сигналов	8.8	да	да
9 Определение допускаемого среднего квадратического отклонения (СКО) случайной составляющей погрешности формирования беззапросной дальности до навигационного космического аппарата	8.9	да	нет
10 Определение допускаемого СКО случайной составляющей погрешности формирования скорости изменения беззапросной дальности до навигационного космического аппарата	8.10	да	нет
11 Определение допускаемой погрешности измерений интервала	8.11	да	да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке (после ремонта)	периодической поверке
времени между импульсным сигналом шкалы времени 1 Гц и соответствующим ему событием в навигационном сигнале			
12 Определение диапазона скорости при моделировании параметров движения объекта	8.12	да	нет

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и имитатор сигнала 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 средств измерений; номер документа, регламентирующего технические требования к эталонам или средствам измерений; разряд по государственной поверочной схеме и (или) основные метрологические характеристики эталонов или средств измерений
8.4 – 8.6, 8.9 – 8.12	Стандарт частоты рубидиевый FS 725 (рег. № 31222-06), пределы относительной погрешности по частоте $\pm 5,0 \cdot 10^{-11}$
8.5	Частотомер 53230А (рег. № 51077-12), диапазон измерений частоты от 1 до 350 МГц, разрешающая способность измерений временного интервала 20 пс
8.4, 8.9, 8.10	Аппаратура для высокоточного сравнения шкал времени GTR51 (рег. № 59071-14), частотные диапазоны принимаемых сигналов ГЛОНАСС (L1, L2), GPS (L1, L2, L5), Galileo (E1, E5)
8.7, 8.8	Измеритель мощности с блоком измерительным E4418В и первичными измерительными преобразователями 8481А и 8481D (рег. № 38915-08), пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm 6 \%$ в диапазоне значений от минус 70 до минус 30 дБм
8.6, 8.12	Анализатор сигналов N9030А (рег. № 51073-12), диапазон частот от 3 Гц до 3,6 ГГц
8.11	Осциллограф цифровой запоминающий WaveMaster 820Zi (рег. № 40232-08), 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 имитатора сигнала допускается инженерно-технический персонал с высшим образованием, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке, допущенный к работе с электроустановками напряжением до 1000 В и имеющий право на поверку (аттестованный 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 имитатором сигнала допускаются лица, изучившие требования безопасности в соответствии с ГОСТ Р 51350-99, инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж по технике безопасности 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 ± 1; |
| - относительная влажность воздуха, % | 60±10; |
| - атмосферное давление, мм рт. ст. | 760±10; |
| - напряжение питания, В | от 220 до 240; |
| - частота напряжения питания, Гц | 50±3. |

7 Подготовка к поверке

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выполнить операции, оговоренные в РЭ на поверяемый имитатор сигнала, по его подготовке к работе;
- выполнить операции, оговоренные в РЭ на применяемые средства поверки, по их подготовке к измерениям.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре проверить:

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

8.1.2 Результаты поверки считать положительными, если выполняются все перечисленные требования. В противном случае имитатор сигнала бракуется и отправляется в ремонт.

8.2 Опробование

8.2.1 Включить ПЭВМ и генераторы сигналов из состава имитатора сигнала путем нажатия соответствующей кнопки включения на ПЭВМ и перевода в верхнее положение тумблеров на задних панелях генераторов сигналов.

8.2.2 После включения на дисплее ПЭВМ должна отображаться загрузка системы Windows, на дисплеях генераторов сигналов должны отображаться каналы для имитации спутниковых навигационных сигналов. Дождаться пропадания всех сообщений на дисплеях генераторов сигналов, что свидетельствует о том, что имитатор сигнала готов к работе.

8.2.3 Запустить установленное на ПЭВМ специализированное программное обеспечение «SimGEN» и в соответствии с технической документацией имитатора сигнала провести внутреннюю калибровку. По окончании калибровки (10 – 15 минут) проконтролировать результаты на предмет отсутствия ошибок.

8.2.4 Результаты поверки считать положительными, если по результатам внутренней калибровки имитатора сигнала отсутствуют ошибки. В противном случае имитатор сигнала бракуется и отправляется в ремонт.

8.3 Идентификация программного обеспечения

8.3.1 Проверку соответствия заявленных идентификационных данных программного обеспечения (ПО) имитатора сигнала 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. В противном случае имитатор сигнала бракуется и отправляется в ремонт.

Таблица 3

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Специализированное ПО для выполнения математических операций по моделированию навигационных параметров	«SimGEN»	не ниже 7.7	-	-

8.4 Определение номинальных значений несущих частот выходных сигналов

8.4.1 Собрать рабочее место в соответствии с рисунком 1.

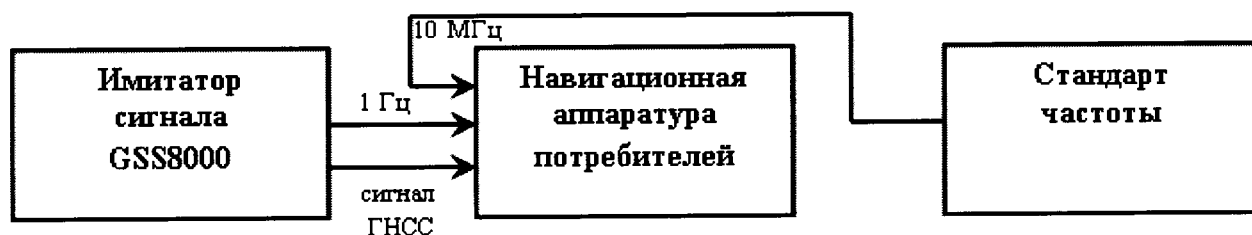


Рисунок 1 – Схема рабочего места для определения номинальных значений несущих частот выходных сигналов

Для подключения навигационной аппаратуры потребителей (НАП) к имитатору сигнала использовать разъем N-типа (RF 1 OUTPUT) на лицевой панели блока для комбинирования сигналов (Multi-Box Combiner Unit) и при необходимости разъем BNC-типа (TIMER OUTPUT 1) на задней панели генератора сигналов, зав. № 8998 из состава имитатора сигнала.

8.4.2 Включить имитатор сигнала, НАП и стандарт частоты и дождаться установления рабочего режима работы для каждого из средств.

8.4.3 Сформировать и воспроизвести на имитаторе сигнала сценарий для неподвижного объекта с сигналами КНС ГЛОНАСС (L1, L2, литеры рабочих частот от минус 7 до 6), GPS (L1, L2, L5), Galileo (E1, E5).

8.4.4 Провести измерения текущих навигационных параметров по сигналам КНС ГЛОНАСС, GPS и Galileo НАП в течение 1 суток. По окончании измерений проконтролировать наличие измерительной информации (файлы формата Rinx) НАП по сигналам КНС ГЛОНАСС (L1, L2, литеры рабочих частот от минус 7 до 6), GPS (L1, L2, L5), Galileo (E1, E5).

8.4.5 Результаты поверки считать положительными, если по результатам измерений НАП в наличии измерительная информация по сигналам КНС ГЛОНАСС (L1, L2, литеры рабочих частот от минус 7 до 6), GPS (L1, L2, L5), Galileo (E1, E5), что свидетельствует о том, что сигналы КНС ГЛОНАСС, GPS и Galileo, формируемые имитатором сигнала, соответствуют интерфейсным контрольным документам (ИКД) КНС ГЛОНАСС, GPS и Galileo, а, следовательно, номинальные значения несущих частот выходных сигналов соответствуют:

КНС ГЛОНАСС (L1)	$1602 + n \cdot 0,5625$ МГц;
КНС ГЛОНАСС (L2)	$1246 + n \cdot 0,4375$ МГц,
	где n от минус 7 до 6;
КНС GPS (L1)	1575,42 МГц;
КНС GPS (L2)	1227,60 МГц;
КНС GPS (L5)	1176,45 МГц;
КНС Galileo (E1)	1575,42 МГц;
КНС Galileo (E5a)	1176,45 МГц;
КНС Galileo (E5b)	1207,14 МГц.

В противном случае имитатор сигнала бракуется и отправляется в ремонт.

8.5 Определение допускаемой относительной вариации частоты внутреннего опорного генератора за 1 сутки (после 24-часового прогрева)

8.5.1 Собрать рабочее место в соответствии с рисунком 2.

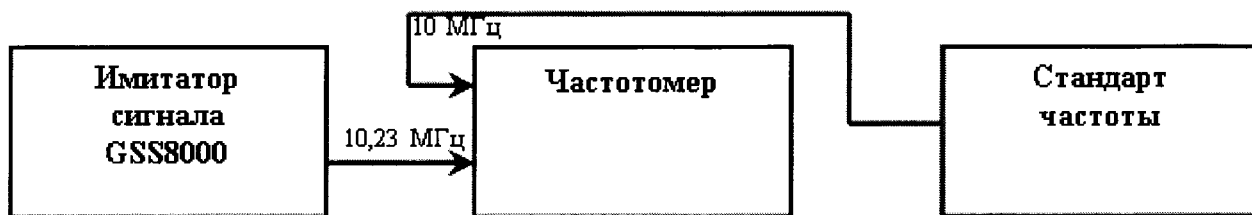


Рисунок 2 – Схема рабочего места для определения допускаемой относительной вариации частоты внутреннего опорного генератора за 1 сутки

Для подключения частотомера к имитатору сигнала использовать разъем BNC-типа (REF OUT) на задних панелях генераторов сигналов, зав. № 8747, 8749, 8978, 8998 из состава имитатора сигнала.

8.5.2 Включить имитатор сигнала, частотомер и стандарт частоты и дождаться установления рабочего режима работы для каждого из средств.

8.5.3 По окончании времени прогрева имитатора сигнала 24 часа провести измерение частоты внутреннего опорного генератора для каждого генератора сигналов из состава имитатора сигнала.

8.5.4 Используя отвертку, входящую в комплект инструментов для калибровки, и регулировочный винт в отверстии на лицевой панели генератора сигналов, при необходимости отрегулировать внутренний опорный генератор до получения показания частоты на табло частотомера в пределах $\pm 0,02$ Гц от номинального значения 10,23 МГц.

8.5.5 Определить относительную погрешность по частоте δ_{0f1} по формуле:

$$\delta_{of1} = \frac{f_{изм.1} - f_{ном}}{f_{ном}}, \text{ где } f_{ном} = 10,23 \text{ МГц.}$$

8.5.6 По окончании 1 суток от момента первого измерения провести повторное измерение частоты и определить относительную погрешность по частоте δ_{0f2} .

8.5.7 Определить относительную вариацию частоты внутреннего опорного генератора за 1 сутки по формуле:

$$\delta_{01сут.} = \delta_{0f2} - \delta_{0f1}.$$

8.5.8 Результаты поверки считать положительными, если для каждого из генераторов сигналов, входящих в состав имитатора сигнала, значение относительной вариации частоты внутреннего опорного генератора за 1 сутки (после 24-часового прогрева) находится в пределах $\pm 5 \cdot 10^{-10}$. В противном случае имитатор сигнала бракуется и отправляется в ремонт, либо для проведения настройки.

8.6 Определение относительного уровня помехи, обусловленной зеркальным каналом

8.6.1 Собрать рабочее место в соответствии с рисунком 3.

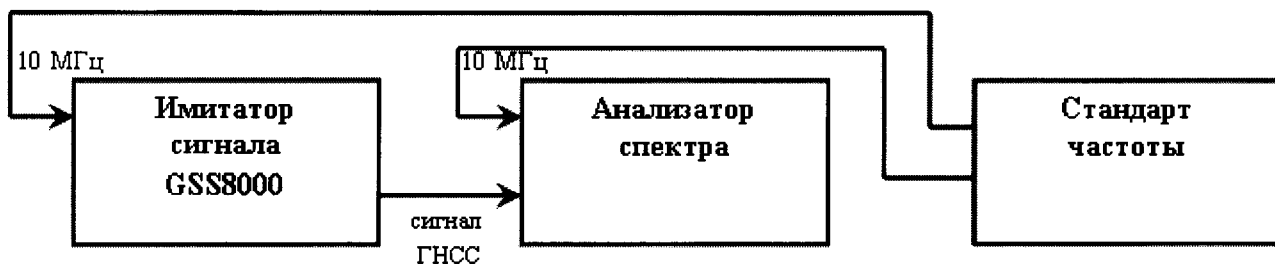


Рисунок 3 – Схема рабочего места для определения относительного уровня помехи, обусловленной зеркальным каналом

Для подключения анализатора спектра к имитатору сигнала использовать разъем N-типа (Mon/Cal) на задних панелях генераторов сигналов, зав. № 8747, 8749, 8978, 8998 из состава имитатора сигнала.

8.6.2 Включить имитатор сигнала, анализатор спектра и стандарт частоты и дождаться установления рабочего режима работы для каждого из средств.

8.6.3 В соответствии с «Инструкцией для калибровки и настройки имитатора навигационного сигнала GSS8000 пользователем» (далее – «Инструкцией ...») для каждого генератора сигналов из состава имитатора сигнала осуществить последовательно отмену выполнения текущих операций (сброс) и автоматическую настройку. В процессе выполнения автоматической настройки генератора сигналов наблюдать на дисплее включение и

выключение каналов. По окончании автоматической настройки генератора сигналов (5 – 10 минут) проконтролировать на дисплее результаты на предмет отсутствия ошибок.

8.6.4 В соответствии с «Инструкцией ...» выполнить последовательно формирование немодулированных сигналов (CW - Continuous Wave) со значениями несущих частот навигационных сигналов, смещенных на доплеровский сдвиг частоты.

8.6.5 Настроить значения уровня мощности и ширины полосы частот анализатора спектра для получения на дисплее изображения, подобного приведенному на рисунке 4.



Рисунок 4 – Полезный сигнал и помеховый сигнал, обусловленный зеркальным каналом

8.6.6 Определить относительный уровень помехи, обусловленной зеркальным каналом, для каждого генератора сигналов из состава имитатора сигнала.

8.6.7 Результаты проверки считать положительными, если для каждого из генераторов сигналов, входящих в состав имитатора сигнала, значения относительного уровня помехи, обусловленной зеркальным каналом, не более минус 40 дБс. В противном случае имитатор сигнала бракуется и отправляется в ремонт, либо для проведения настройки.

8.7 Определение допускаемой абсолютной погрешности установки уровня мощности выходных сигналов

8.7.1 Собрать рабочее место в соответствии с рисунком 5.

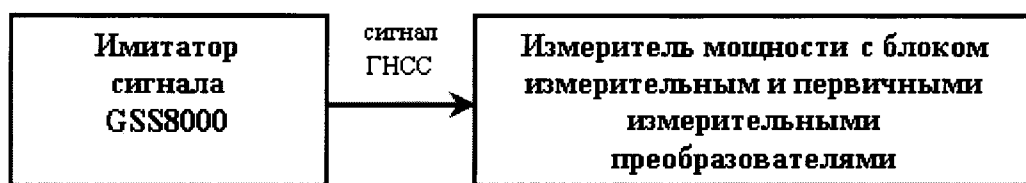


Рисунок 5 – Схема рабочего места для определения абсолютной погрешности установки уровня мощности выходных сигналов

Для подключения измерителя мощности с блоком измерительным и первичными измерительными преобразователями к имитатору сигнала использовать разъем N-типа (Mon/Cal) на задних панелях генераторов сигналов, зав. № 8747, 8749, 8978, 8998 из состава имитатора сигнала. Обеспечить информационную связь между генераторами сигналов и измерителем мощности по интерфейсному кабелю.

8.7.2 Включить имитатор сигнала и измеритель мощности и дождаться установления рабочего режима работы для каждого из средств. Перед использованием измерителя мощности провести его калибровку и учитывать соответствующие поправочные коэффициенты при проведении измерений мощности.

8.7.3 Использовать значения OFFSET – значения ослабления уровня мощности сигналов от разъема N-типа (Mon/Cal) на задних панелях генераторов сигналов до разъема N-

типа на лицевых панелях генераторов сигналов, приведенные в технической документации на имитатор сигнала:

- зав. № 8747 (50,28 дБ для L1);
- зав. № 8749 (50,60 дБ для L1; 49,89 дБ для L2);
- зав. № 8978 (50,34 дБ для E1; 50,04 дБ для E5);
- зав. № 8998 (50,39 дБ для L1; 49,97 дБ для L2; 50,06 дБ для L5).

8.7.4 Рассчитать ожидаемый уровень мощности выходных сигналов КНС ГЛОНАСС (L1, L2), КНС GPS (L1, L2, L5), КНС Galileo (E1, E5) от разъема N-типа (Mon/Cal) на задних панелях генераторов сигналов:

- RFREF(GLO L1) = OFFSET (GLO L1) – 101,0 дБм;
- RFREF(GLO L2) = OFFSET (GLO L2) – 107,0 дБм;
- RFREF(GPS L1) = OFFSET (GPS L1) – 97,0 дБм;
- RFREF(GPS L2) = OFFSET (GPS L2) – 103,0 дБм;
- RFREF(GPS L5) = OFFSET (GPS L5) – 94,9 дБм;
- RFREF(GAL E1) = OFFSET (GAL E1) – 92,0 дБм;
- RFREF(GAL E5) = OFFSET (GAL E5) – 92,0 дБм.

8.7.5 В соответствии с «Инструкцией ...» для каждого генератора сигналов из состава имитатора сигнала осуществить последовательно отмену выполнения текущих операций (сброс) и формирование навигационных сигналов.

8.7.6 Определить абсолютную погрешность установки уровня мощности выходных сигналов для каждого генератора сигналов из состава имитатора сигнала по формуле:

$$\Delta = RFREF(GNSS) - P_{изм.} (\text{дБм}).$$

8.7.7 Результаты поверки считать положительными, если для каждого из генераторов сигналов, входящих в состав имитатора сигнала, значения абсолютной погрешности установки уровня мощности выходных сигналов находятся в пределах $\pm 0,5$ дБ. В противном случае имитатор сигнала бракуется и отправляется в ремонт, либо для проведения настройки.

8.7.8 По окончании измерений уровня мощности выходных сигналов для каждого генератора сигналов из состава имитатора сигнала в соответствии с «Инструкцией ...» компенсировать значения абсолютной погрешности Δ в случае, если $0,3 \text{ дБ} < \Delta < 0,5 \text{ дБ}$, путем задания соответствующей команды.

8.7.9 В соответствии с п.п. 8.7.5 – 8.7.6 повторно определить абсолютную погрешность установки уровня мощности выходных для каждого генератора сигналов из состава имитатора сигнала и убедиться, в том, что погрешности Δ компенсированы.

8.8 Определение допускаемой абсолютной погрешности межканального смещения уровня мощности выходных сигналов

8.8.1 Использовать рабочее место в соответствии с рисунком 5.

8.8.2 Включить имитатор сигнала и измеритель мощности и дождаться установления рабочего режима работы для каждого из средств. Перед использованием измерителя мощности провести его калибровку и учитывать соответствующие поправочные коэффициенты при проведении измерений мощности.

8.8.3 В соответствии с «Инструкцией ...» запустить выполнение приложения «Multi-Vox Calibration Application» в специализированном программном обеспечении «SimGEN». Наблюдать на дисплее генератора сигналов выполнение процедуры автоматической настройки, обеспечивающей настройку уровня мощности навигационного сигнала в каждом канале генератора сигналов. По окончании автоматической настройки генератора сигналов (10 – 15 минут) проконтролировать на дисплее результаты на предмет отсутствия ошибок.

8.8.4 В соответствии с «Инструкцией ...» для каждого генератора сигналов из состава имитатора сигнала осуществить последовательно отмену выполнения текущих операций (сброс) и формирование навигационных сигналов в каналах с 1-го по 12-ый (с 0-го по 3-ий каналы для каждой k-ой группы каналов, $k = 1, 2, 3$).

8.8.5 Определить абсолютную погрешность межканального смещения уровня мощности выходных сигналов для каждого генератора сигналов из состава имитатора сигнала по формуле:

$$\Delta = P_{изм.0k} - P_{изм.ik}$$

где $P_{изм.0k}$ – измеренный уровень мощности для каждого 0-го канала каждой k-ой группы каналов, $k = 1, 2, 3$;

$P_{изм.ik}$ – измеренный уровень мощности для каждого i-го канала, $i = 1, 2, 3$ каждой k-ой группы каналов, $k = 1, 2, 3$.

8.8.6 Результаты поверки считать положительными, если для каждого из генераторов сигналов, входящих в состав имитатора сигнала, значения абсолютной погрешности межканального смещения уровня мощности выходных сигналов находятся в пределах $\pm 0,1$ дБ. В противном случае имитатор сигнала бракуется и отправляется в ремонт, либо для проведения настройки.

8.9 Определение допускаемого СКО случайной составляющей погрешности формирования беззапросной дальности до навигационного космического аппарата

8.9.1 Использовать рабочее место в соответствии с рисунком 1. Дополнительно подключить к имитатору сигнала опорный сигнал частотой 10 МГц от стандарта частоты, используя для этой цели разъем BNC-типа (REF IN) на задней панели генератора сигналов, зав. № 8998 из состава имитатора сигнала.

8.9.2 Включить имитатор сигнала, НАП и стандарт частоты и дождаться установления рабочего режима работы для каждого из средств.

8.9.3 Сформировать и воспроизвести на имитаторе сигнала сценарий для неподвижного объекта с сигналами КНС ГЛОНАСС (L1, L2, литеры рабочих частот от минус 7 до 6), GPS (L1, L2, L5), Galileo (E1, E5).

8.9.4 Провести измерения текущих навигационных параметров по сигналам КНС ГЛОНАСС, GPS и Galileo НАП в течение 1 суток. По окончании измерений проконтролировать наличие измерительной информации (файлы формата Rinx) НАП по сигналам КНС ГЛОНАСС (L1, L2, литеры рабочих частот от минус 7 до 6), GPS (L1, L2, L5), Galileo (E1, E5), а также файла с измерительной информацией имитатора сигнала.

8.9.5 Для определения СКО случайной составляющей погрешности формирования беззапросной дальности по фазе дальномерного кода (псевдодальности) имитатора сигнала определить i-ые разности псевдодальности имитатора сигнала и беззапросной дальности по фазе несущей частоты (псевдофазы), измеренной НАП, по формуле:

$$\Delta S_i = S_i - L_i \lambda_k$$

где S_i – i-ое значение псевдодальности имитатора сигнала на каждые 30 с, $i = 0, 30, 60, \dots$ с;

L_i – i-ое значение псевдофазы, измеренной НАП, на интервале осреднения 30 с, $i = 30, 60, \dots$ с;

λ_k – длина волны несущей для литеров рабочих частот КНС ГЛОНАСС (от минус 7 до 6), для центральных частот диапазонов L1, L2, L5 КНС GPS, диапазонов E1, E5 КНС Galileo.

8.9.6 На интервале времени нахождения навигационного космического аппарата в зоне радиовидимости НАП исключить из i-ых разностей псевдодальности имитатора сигнала и псевдофазы НАП значение фазовой неоднозначности и значения аппроксимирующего полинома степени не менее 6 по формуле:

$$\Delta \Delta S_i = \Delta S_i - \lambda_k n - P_i$$

где $\lambda_k n$ – значение фазовой неоднозначности;

P_i – полином степени не менее 6, аппроксимирующий разности $(\Delta S_i - \lambda_k n)$.

8.9.7 Для определения СКО случайной составляющей погрешности формирования псевдодальности имитатора сигнала рассчитать СКО результата измерений для разностей $\Delta\Delta S_i$ по формуле:

$$\sigma_S = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N \left(\Delta\Delta S_i - \overline{\Delta\Delta S_i} \right)^2},$$

где $\overline{\Delta\Delta S_i} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta\Delta S_i$ - среднее значение i -ых разностей псевдодальности

имитатора сигнала и псевдофазы НАП за исключением фазовой неоднозначности и аппроксимирующего полинома на интервале времени нахождения навигационного космического аппарата в зоне радиовидимости НАП.

СКО случайной составляющей погрешности формирования псевдодальности имитатора сигнала определить по сигналам КНС ГЛОНАСС, GPS и Galileo.

8.9.8 Для определения СКО случайной составляющей погрешности формирования беззапросной дальности по фазе несущей частоты (псевдофазы) имитатора сигнала определить i -ые разности псевдофаз, измеренных НАП в частотных диапазонах L1 и L2 (E1 и E5) КНС ГЛОНАСС, GPS и Galileo, по формуле:

$$\Delta L_i = L_{i1} \lambda_{k1} - L_{i2} \lambda_{k2},$$

где L_{i1} и L_{i2} – i -ые значения псевдофазы, измеренные НАП в частотных диапазонах L1 и L2 (E1 и E5), на интервале осреднения 30 с, $i = 30, 60, \dots$;

λ_{k1} и λ_{k2} – длины волн несущих для литеров рабочих частот КНС ГЛОНАСС (от минус 7 до 6) в частотных диапазонах L1 и L2, для центральных частот диапазонов L1, L2 КНС GPS, диапазонов E1, E5 КНС Galileo.

8.9.9 На интервале времени нахождения навигационного космического аппарата в зоне радиовидимости НАП исключить из i -ых разностей псевдофаз, измеренных НАП в частотных диапазонах L1 и L2 (E1 и E5) КНС ГЛОНАСС, GPS и Galileo, значение фазовой неоднозначности по формуле:

$$\Delta\Delta L_i = \Delta L_i - \lambda_k n,$$

где $\lambda_k n$ – значение фазовой неоднозначности.

8.9.10 Для определения СКО случайной составляющей погрешности формирования псевдофазы имитатора сигнала рассчитать СКО результата измерений для разностей $\Delta\Delta L_i$ по формуле:

$$\sigma_L = \sqrt{\frac{1}{2(N-1)} \sum_{i=1}^N \left(\Delta\Delta L_i - \overline{\Delta\Delta L_i} \right)^2},$$

где $\overline{\Delta\Delta L_i} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta\Delta L_i$ - среднее значение i -ых разностей псевдофаз, измеренных

НАП в частотных диапазонах L1 и L2 (E1 и E5) КНС ГЛОНАСС, GPS и Galileo за исключением фазовой неоднозначности на интервале времени нахождения навигационного космического аппарата в зоне радиовидимости НАП.

СКО случайной составляющей погрешности формирования псевдофазы имитатора сигнала определить по сигналам КНС ГЛОНАСС, GPS и Galileo.

8.9.11 Результаты поверки считать положительными, если СКО случайной составляющей погрешности формирования беззапросной дальности до навигационного космического аппарата по фазе дальномерного кода не более 0,01 м, по фазе несущей

частоты не более 0,001 м. В противном случае имитатор сигнала бракуется и отправляется в ремонт, либо для проведения настройки.

8.10 Определение допускаемого СКО случайной составляющей погрешности формирования скорости изменения беззапросной дальности до навигационного космического аппарата

8.10.1 Для определения СКО случайной составляющей погрешности формирования скорости изменения беззапросной дальности (псевдоскорости) имитатора сигнала использовать измерительную информацию (файлы формата RINEX) НАП, полученную в п. 8.9, и определить i -ые разности псевдоскоростей, измеренных НАП в частотных диапазонах L1 и L2 (E1 и E5) КНС ГЛОНАСС, GPS и Galileo, по формуле:

$$\Delta D_i = D_{i1}\lambda_{k1} - D_{i2}\lambda_{k2},$$

где D_{i1} и D_{i2} – i -ые значения псевдоскорости, измеренные НАП в частотных диапазонах L1 и L2 (E1 и E5), на интервале осреднения 30 с, $i = 30, 60, \dots$

8.10.2 Для определения СКО случайной составляющей погрешности формирования псевдоскорости имитатора сигнала на интервале времени нахождения навигационного космического аппарата в зоне радиовидимости НАП рассчитать СКО результата измерений для разностей ΔD_i по формуле:

$$\sigma_D = \sqrt{\frac{1}{2(N-1)} \sum_{i=1}^N (\Delta D_i - \overline{\Delta D_i})^2},$$

где $\overline{\Delta D_i} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta D_i$ – среднее значение i -ых разностей псевдоскоростей,

измеренных НАП в частотных диапазонах L1 и L2 (E1 и E5) КНС ГЛОНАСС, GPS и Galileo на интервале времени нахождения навигационного космического аппарата в зоне радиовидимости НАП.

СКО случайной составляющей погрешности формирования псевдоскорости имитатора сигнала определить по сигналам КНС ГЛОНАСС, GPS и Galileo.

8.10.3 Результаты поверки считать положительными, если СКО случайной составляющей погрешности формирования скорости изменения беззапросной дальности до навигационного космического аппарата не более 0,005 м/с. В противном случае имитатор сигнала бракуется и отправляется в ремонт, либо для проведения настройки.

8.11 Определение допускаемой погрешности измерений интервала времени между импульсным сигналом шкалы времени 1 Гц и соответствующим ему событием в навигационном сигнале

8.11.1 Собрать рабочее место в соответствии с рисунком 6.

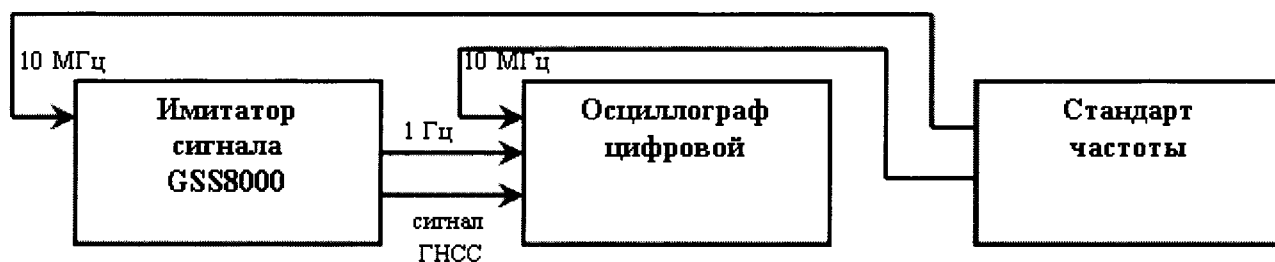


Рисунок 6 – Схема рабочего места для определения погрешности измерений интервала времени между импульсным сигналом шкалы времени 1 Гц и соответствующим ему событием в навигационном сигнале

Для подключения осциллографа цифрового к имитатору сигнала использовать разъем N-типа (Mon/Cal) на задних панелях генераторов сигналов, зав. № 8747, 8749, 8978, 8998 и разъем BNC-типа (TIMER OUTPUT 1) на задней панели генератора сигналов, зав. № 8998 из состава имитатора сигнала.

8.11.2 Включить имитатор сигнала, осциллограф цифровой и стандарт частоты и дождаться установления рабочего режима работы для каждого из средств.

8.11.3 В соответствии с «Инструкцией ...» для каждого генератора сигналов из состава имитатора сигнала осуществить последовательно отмену выполнения текущих операций (сброс) и формирование навигационных сигналов.

8.11.4 Настроить значение уровня запуска триггера (1 В, импульсный сигнал частотой 1 Гц, подаваемый на вход) осциллографа цифрового для получения на дисплее изображений, подобных приведенным на рисунке 7.

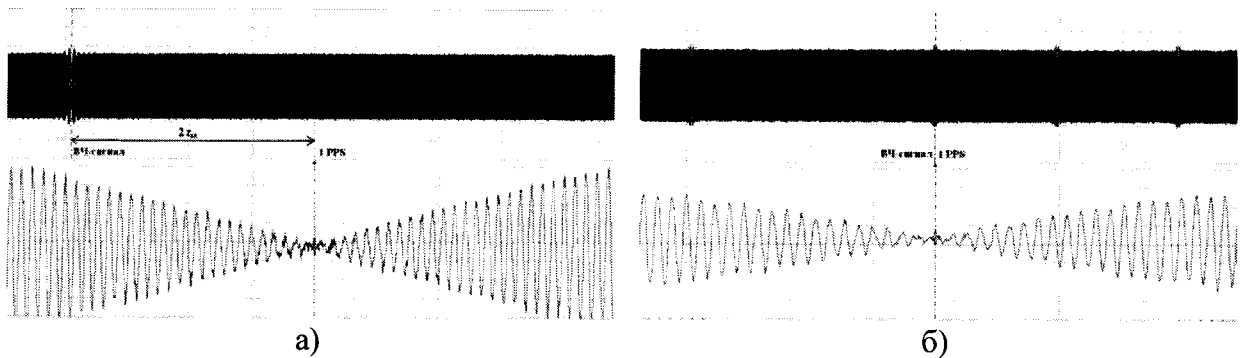


Рисунок 7 – Изображение изменения фазы в псевдослучайной последовательности (ПСП) высокочастотного сигнала КНС ГЛОНАСС а) и КНС GPS б)

8.11.5 Провести не менее 20 измерений интервала времени T_i между импульсным сигналом шкалы времени имитатора сигнала 1 Гц (1 PPS) по уровню 0,5 и изменением фазы в ПСП высокочастотного (ВЧ) сигнала, характеризующим переход от последнего элемента предыдущей ПСП к первому элементу следующей ПСП (для сигналов КНС ГЛОНАСС необходимо учесть поправку на $2\tau_{эл} = 1957 \cdot 2 = 3914$ нс).

Измерения T_i провести по сигналам КНС ГЛОНАСС, GPS и Galileo. Исключить аномальные измерения.

8.11.6 Учесть в измерениях T_i поправку на задержку сигнала 1 Гц в радиочастотном кабеле и задержку навигационного сигнала в блоке для комбинирования сигналов (Multi-Vox Combiner Unit), входящим в состав имитатора сигнала, рассчитать значения T_i' .

8.11.7 Считать, что погрешность измерений интервала времени между импульсным сигналом шкалы времени 1 Гц и соответствующим ему событием в навигационном сигнале (по уровню вероятности 0,95) находится в пределах $\pm 0,2$ нс, если из двадцати значений T_i' не более одного значения выходит за пределы $\pm 0,2$ нс.

8.11.8 Результаты поверки считать положительными, если погрешность измерений интервала времени между импульсным сигналом шкалы времени 1 Гц и соответствующим ему событием в навигационном сигнале (по уровню вероятности 0,95) находится в пределах $\pm 0,2$ нс. В противном случае имитатор сигнала бракуется и отправляется в ремонт, либо для проведения настройки.

8.11.9 По окончании измерений интервала времени между импульсным сигналом шкалы времени 1 Гц и соответствующим ему событием в навигационном сигнале для каждого генератора сигналов из состава имитатора сигнала в соответствии с «Инструкцией ...» компенсировать значения систематической составляющей погрешности измерений ΔT в случае, если $\Delta T > 0,1$ нс, путем задания соответствующей команды.

8.11.10 В соответствии с п.п. 8.11.5 – 8.11.6 повторно определить погрешность измерений интервала времени между импульсным сигналом шкалы времени 1 Гц и соответствующим ему событием в навигационном сигнале для каждого генератора сигналов из состава имитатора сигнала и убедиться, в том, что погрешности ΔT компенсированы.

8.12 Определение диапазона скорости при моделировании параметров движения объекта

8.12.1 Использовать рабочее место в соответствии с рисунком 3. Для подключения анализатора спектра к имитатору сигнала использовать разъем N-типа (Mon/Cal) на задней панели генератора сигналов, зав. № 8998 из состава имитатора сигнала.

8.12.2 Включить имитатор сигнала, анализатор спектра и стандарт частоты и дождаться установления рабочего режима работы для каждого из средств.

8.12.3 Сформировать и воспроизвести на имитаторе сигнала сценарий для объекта типа «самолет», движущегося по направлению к геостационарному космическому аппарату. В этом случае изменение значения несущей частоты навигационного сигнала от номинального значения будет обусловлено влиянием эффекта Доплера.

Параметры сценария (рисунок 8):

- а) неподвижное положение;
- б) рывок со значением минус 890400 м/с^3 , при этом значение ускорения достигает минус 186984 м/с^2 , значение скорости достигает минус $119669,76 \text{ м/с}$;
- в) движение с постоянной скоростью;
- г) рывок со значением 890400 м/с^3 , при этом значения ускорения достигает 186984 м/с^2 , скорость достигает сначала нулевого значения, затем увеличивается до максимального значения;
- д) движение с постоянной скоростью;
- е) рывок со значением минус 890400 м/с^3 , при этом значение ускорения достигает минус 186984 м/с^2 , значение скорости достигает нулевого значения.

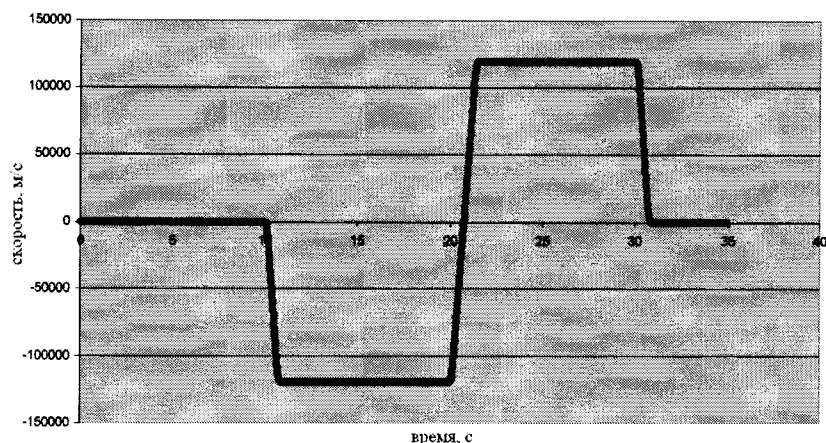


Рисунок 8 – График изменения скорости объекта типа «самолет»

8.12.4 Фиксировать на анализаторе спектра смещение несущей частоты навигационного сигнала от номинального значения, обусловленное влиянием эффекта Доплера (рисунок 9). Смещение несущей частоты вправо и влево, обусловленное изменением скорости в проекции от минимального до максимального значения, должно быть не менее $\left(1,25625 \frac{\sqrt{2}}{2}\right) \text{ МГц} = 628,125 \text{ кГц}$.

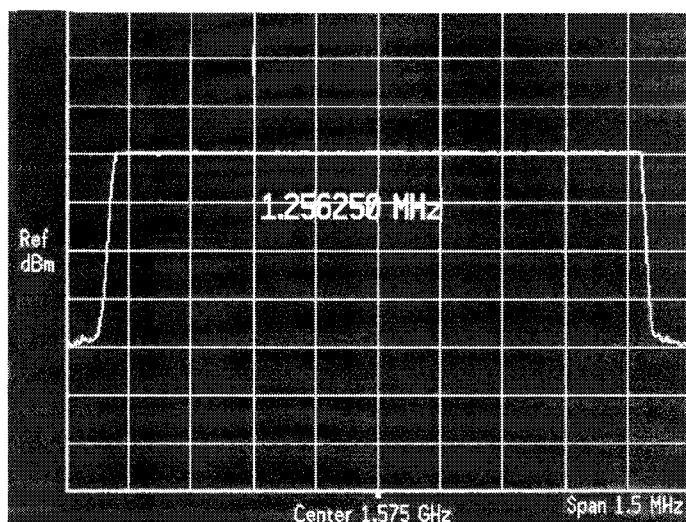


Рисунок 9 – Смещение несущей частоты навигационного сигнала относительно номинального значения 1,57542 ГГц

8.12.5 Определить верхнюю границу диапазона скорости при моделировании параметров движения объекта по формуле:

$$V = \frac{c}{f_{Li}} \cdot f_d \cdot$$

$$\text{Таким образом, } V = \frac{299792458 \text{ м/с}}{1,57542 \cdot 10^9 \text{ Гц}} \cdot 628,125 \cdot 10^3 \text{ Гц} \approx 119500 \text{ м/с.}$$

8.12.6 Результаты поверки считать положительными, если диапазон скорости при моделировании параметров движения объекта составляет от 0 до 119500 м/с. В противном случае имитатор сигнала бракуется и отправляется в ремонт, либо для проведения настройки.

9 Оформление результатов поверки

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

9.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

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

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

Научный сотрудник лаборатории 841
ФГУП «ВНИИФТРИ»

В.Н. Федотов

Д.С. Печерица

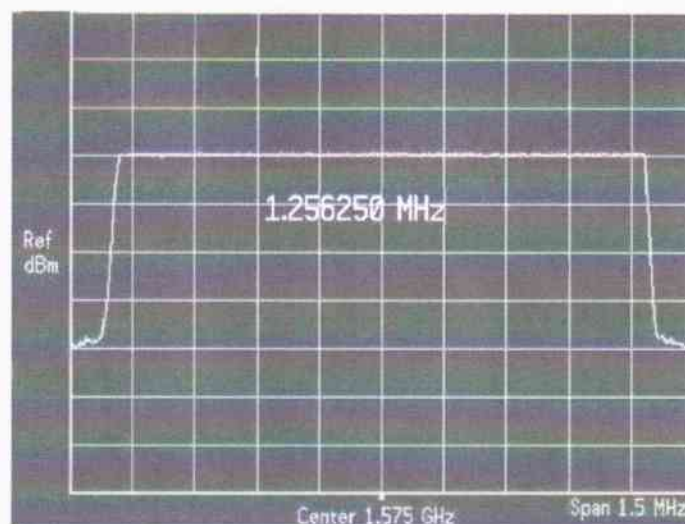


Рисунок 9 – Смещение несущей частоты навигационного сигнала относительно номинального значения 1,57542 ГГц

8.12.5 Определить верхнюю границу диапазона скорости при моделировании параметров движения объекта по формуле:

$$V = \frac{c}{f_{LI}} \cdot f_d \cdot$$

$$\text{Таким образом, } V = \frac{299792458 \text{ м/с}}{1,57542 \cdot 10^9 \text{ Гц}} \cdot 628,125 \cdot 10^3 \text{ Гц} \approx 119500 \text{ м/с}.$$

8.12.6 Результаты проверки считать положительными, если диапазон скорости при моделировании параметров движения объекта составляет от 0 до 119500 м/с. В противном случае имитатор сигнала бракуется и отправляется в ремонт, либо для проведения настройки.

9 Оформление результатов проверки

9.1 При положительных результатах проверки на имитатор сигнала выдается свидетельство установленной формы.

9.2 На оборотной стороне свидетельства о проверке записываются результаты проверки.

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

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

Научный сотрудник лаборатории 841
ФГУП «ВНИИФТРИ»

В.Н. Федотов

Д.С. Печерица