

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД ИМИТАТОРА НАВИГАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ МРК-40

Верещагин А.Н., Голенок А.И., **Кокорин В.И.**

Сибирский федеральный университет

Аппаратура МРК-40 предназначена для формирования сигналов, аналогичных сигналам навигационных космических аппаратов (НКА) систем ГЛОНАСС[1] и GPS[2]. Испытательный стенд аппаратуры МРК-40, разработанный в СФУ, предназначен для устранения межканальной и температурной составляющей систематической погрешности формирования навигационных сигналов. Кроме этого, испытательный стенд позволяет устранить погрешность формирования уровня мощности навигационных сигналов.

Аппаратура МРК-40 предназначена для формирования сигналов, аналогичных сигналам навигационных космических аппаратов (НКА) систем ГЛОНАСС и GPS, имеет внешнее управление по протоколу VIN.

Краткие характеристики МРК-40:

- обеспечивает изменение мощности формируемых сигналов НКА на выходе в диапазоне от минус 170 до минус 100 дБВт.
- программное изменение кодовой псевдодальности формируемого высокочастотного сигнала в диапазоне от 0 до 90000 км с шагом не более 0,01 м.
- обеспечивает формирование сигнала НКА по 6 каналам.
- случайная погрешность формирования кодовой псевдодальности на интервале 1 мин с вероятностью 0,68 – не более 0,05 м для кода СТ ГЛОНАСС и кода C/A GPS
- формирование шкалы времени, относительно которой задаются задержки навигационных сигналов НКА, с использованием внутреннего опорного генератора или внешнего высокостабильного сигнала опорной частоты.

Аппаратура МРК-40 характеризуется систематической погрешностью формирования навигационных сигналов, возникающая из-за прохождения этих сигналов по радиотехническим цепям аппаратуры. Вследствие, того что каждый из шести сформированных сигналов проходят по разным цепям имеющие при этом температурную зависимость, систематическая погрешность имеет межканальную и температурную составляющую.

Определение абсолютного значения систематической погрешности является сложной технической задачей. Однако для некоротких задач, в которых используется аппаратура МРК-40, требуется обеспечивать постоянство межканальной и температурной составляющей погрешности, при этом нет необходимости в знании абсолютного значения систематической погрешности.

Кроме систематической погрешности формирования навигационного сигнала, существует погрешность установки уровня мощности навигационных сигналов. Данная погрешность возникает вследствие низкой точности выходных аттениаторов используемых в цепях аппаратуры МРК-40, предназначенных для установки необходимой мощности формируемого сигнала.

Для устранения вышеприведённых погрешностей в СФУ был разработан испытательный стенд аппаратуры МРК-40.

Испытательный стенд

Испытательный стенд аппаратуры МРК-40 предназначен для решения следующих задач:

- Калибровки выходных аттюниаторов МРК-40
- Калибровка межканальной составляющей систематической погрешности
- Калибровка температурной составляющей систематической погрешности

Состав испытательного стенда:

- Управляющая ЭВМ с установленным специализированным программным обеспечением разработанным в СФУ
- Аппаратура МРК-33
- Анализатор спектра HP Agilent E4402.

Калибровка по мощности выходных аттюниаторов.

Управляющая ЭВМ с установленным специальным программным обеспечением позволяет управлять аппаратурой МРК-40 и анализатором спектра.

Процесс калибровки представляет цикл изменения значения кода управляющего аттюниатора и измерения мощности сформированного сигнала анализатором спектра. По завершению цикла измерения полученные значения записываются в калибровочную таблицу МРК-40.

Калибровка проводится для «Выхода1», «Выхода2» и «Выхода3».

Схема включения при калибровке мощности выходных аттюниаторов аппаратуры МРК-40 представлена на Рисунке 1.

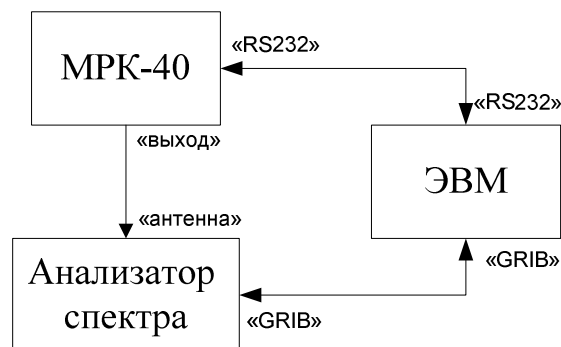


Рис. 1 Схема включения

Калибровка межканальной погрешности аппаратуры МРК-40

Управляющая ЭВМ с установленным специальным программным обеспечением позволяет управлять аппаратурой МРК-40 и МРК-33.

Определение межканальной погрешности МРК-40 производилось после калибровки МРК-40 по мощности выходного сигнала и только для основного выхода «Выход 1» МРК-40. Для определения межканальной погрешности МРК-40

осуществляется поочередный прием сигналов СТ L1 первой литерной частотой ГЛОНАСС, формируемых различными каналами МРК-40, первым каналом МРК-33.

Схема включения при калибровке межканальной погрешности аппаратуры МРК-40 представлена на Рисунке 2.

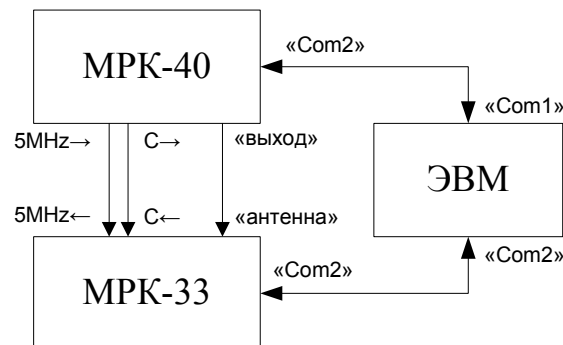


Рис.2 Схема включения

На схеме включения Рис.2 формирования и синхронизации шкалы времени МРК-33 происходила по сигналам аппаратуры МРК-40.

В процессе калибровки контролировались показания температурных датчиков МРК-33 и МРК-40. Допустимое изменение показаний термодатчиков от значения, зафиксированного в начале интервала усреднения $\pm 1^\circ$.

Так же, контролировалось постоянство значения рассогласования шкал времени МРК-40 и МРК-33 в диапазоне ± 1 нс.

На Рисунке 3 представлена межканальная составляющая систематической погрешности относительно 1 канала кодовой псевдодальности сигналов НКА по 6 каналам в диапазоне СТ L1.

Длительность интервала усреднения значений разности псевдодальности для каждого канала МРК-40 принято 10000 секунд. Начало интервала усреднения было задержано относительно момента переключения канала МРК-40 на 1200 секунд.

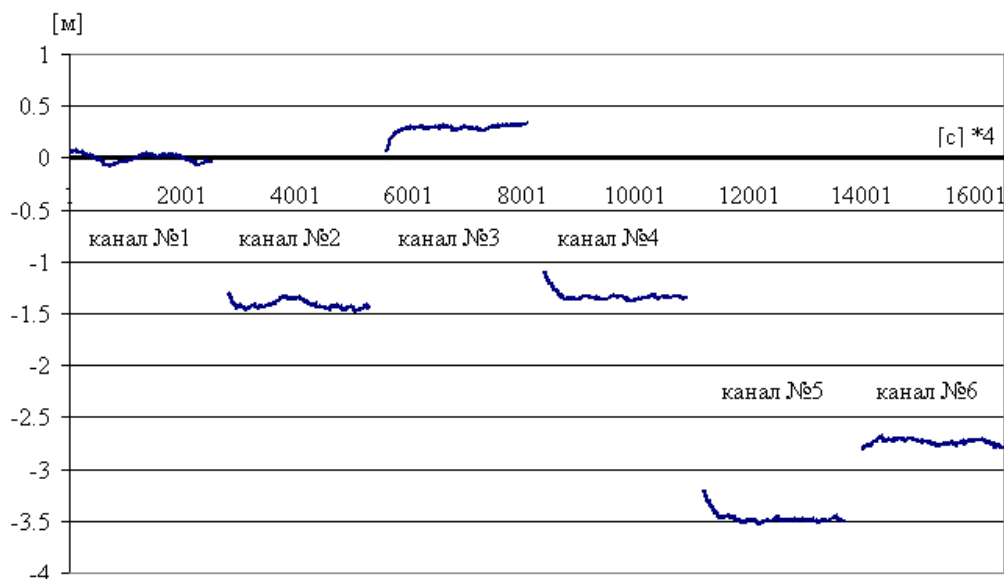


Рис.3 Разность значений систематической погрешности

На основании Рисунка 3 представлена таблица калибровочных значений для аппаратуры МРК-40 (Таблица 1)

Канал №2	1.41 м
Канал №3	-0.29 м
Канал №4	1.33 м
Канал №5	3.47 м
Канал №6	2.74 м

Таблица 1. Таблица калибровочных значений для аппаратуры МРК-40

Калибровка температурной зависимости

Обобщённый алгоритм калибровки температурной погрешности соответствует калибровке межканальной погрешности аппаратуры МРК-40, за исключением, что для сигналов НКА ГЛОНАСС калибровка выполняется для всех частотных литер от минус 7 до 12. Калибровка для каждой литерной частоты проводится одновременно для всех четырех компонент сигнала: L1 СТ, L1 ВТ, L2 СТ и L2 ВТ.

Схема включения представлена на Рисунке 4.

МРК-40 помещают в климатическую камеру с температурой +5°C и выдерживают при этой температуре в течение двух часов (Рисунок 4). Сняв показания, увеличивают температуру в климатической камере на 5°C. Выдерживав прибор при установившейся температуре один час опять снимают показания.

Цикл продолжается до достижения температуры +50°C.

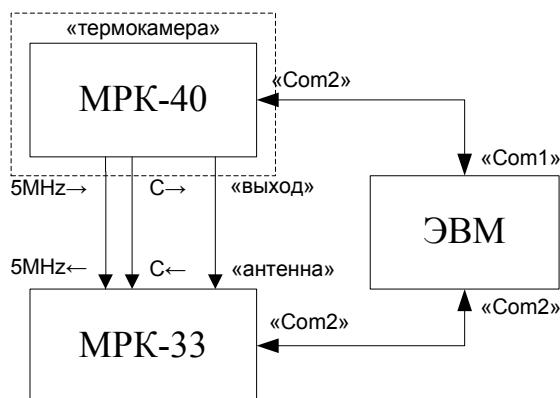


Рис.4 Схема включения

Испытательный стенд позволяет устранять погрешности вызванные формированием уровня мощности навигационных сигналов и систематической погрешностью имеющую межканальную и температурную зависимость.

Библиографический список

1. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Интерфейсный контрольный документ. Редакция 5.0 – М.: КНИЦ ВКС, 2002.
2. Interface Control Document: NAVSTAR GPS Space Segment / Navigation User Interfaces (ICD-GPS-200C). Rockwell Int. Corp. 1995.