ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 8.875— 2014

Государственная система обеспечения единства измерений

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ УГЛА ФАЗОВОГО СДВИГА МЕЖДУ ДВУМЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СИГНАЛАМИ В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ ОТ 0,1 МГЦ ДО 65 ГГЦ

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Сибирский государственный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт метрологии» (ФГУП «СНИИМ») Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 206 «Эталоны и поверочные схемы», подкомитетом ПК 206.7 «Эталоны и поверочные схемы в области измерений электрических величин»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 июля 2014 г. № 780-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (gost.ru)

© Стандартинформ, 2014

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Государственный первичный эталон 1
4 Эталоны 1-го, 2-го и 3-го разрядов 5
5 Средства измерений 6
Приложение А (обязательное) Государственная поверочная схема для средств измерений угла фазового сдвига между двумя электрическими сигналами в диапазоне частот от 0,1 МГц до 65 ГГц 7
Библиография 8

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ УГЛА ФАЗОВОГО СДВИГА МЕЖДУ ДВУМЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СИГНАЛАМИ В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ ОТ 0,1 МГЦ ДО 65 ГГЦ

State system for ensuring the uniformity of measurements.
State verification schedule for measuring instruments of the phase shift angle between two electric signals in the range of frequencies from 0,1 MHz to 65 GHz

Дата введения — 2016—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на государственную поверочную схему для средств измерений угла фазового сдвига (далее — УФС) между двумя электрическими сигналами в диапазоне частот от 0,1 МГц до 65 ГГц и устанавливает порядок передачи единиц УФС (см. рисунок А.1 приложения А) от государственного первичного эталона средствам измерений с помощью рабочих (разрядных) эталонов с указанием погрешностей и основных методов поверки (калибровки).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на стандарт:

ГОСТ 13317–89 Элементы соединения СВЧ трактов радиоизмерительных приборов. Присоединительные размеры

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Государственный первичный эталон

3.1 Государственный первичный эталон ГЭТ 207-2013 предназначен для воспроизведения и хранения единицы УФС между двумя электрическими сигналами в диапазоне частот от 0,1 МГц до 65 ГГц и передачи единицы при помощи эталонов средствам измерений с коаксиальными соединителями типов в соответствии с ГОСТ 13317 и стандартом института [1]: II; IV; N 75; III; N; IX; 3,5 мм; 2,92 мм; I; и 1,85 мм в диапазоне частот от 0,1 МГц до 65 ГГц, с соединителями в виде фланцев прямоугольных волноводов сечением 72×34, 58×25, 48×24, 40×20, 35×15, 28,5×12,6, 23×10, 16×8, 11×5,5,

Издание официальное

7,2×3,4 мм, в диапазоне частот от 2,59 до 37,5 ГГц, спутниковым навигационным фазовым приемникам в соответствии с документом [2][1)].

3.2 В состав государственного первичного эталона входят:

- устройство воспроизведения единицы УФС между двумя электрическими сигналами в диапазоне частот от 0,1 до 100 МГц;
- компаратор эталона — комплекс технических и программных средств, обеспечивающий передачу единицы УФС между двумя электрическими сигналами в диапазоне частот от 0,1 МГц до 65 ГГц;
- комплекты калибровочных мер компаратора на все типы коаксиальных соединителей и соединителей в виде фланцев прямоугольных волноводов, поддерживаемых эталоном;
- эталоны сравнения в виде мер комплексного коэффициента передачи для передачи единицы УФС эталонам с коаксиальными соединителями и с соединителями в виде фланцев прямоугольных волноводов, поддерживаемых эталоном;
- генератор (имитатор) сигналов спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS/GALILEO;
- спутниковый навигационный фазовый приемник.

В качестве опорного стандарта частоты 10 МГц с нестабильностью частоты $2 \cdot 10^{-13}$ за 1 с в эталоне использован сигнал, поступающий от вторичного эталона времени и частоты ВЭТ 1-19.

3.3 Диапазон значений УФС между двумя электрическими сигналами, воспроизводимых эталоном, составляет от 0° до 360°.

3.4 Государственный первичный эталон обеспечивает воспроизведение единицы УФС между двумя электрическими сигналами в диапазоне частот от 0,1 до 100 МГц с метрологическими характеристиками, приведенными в таблицах 1, 2.

Таблица 1 — Погрешности воспроизведения единицы угла фазового сдвига

Частота, МГц	Доверительные границы НСП $\theta(0,99)$, не более, °	Среднее квадратическое отклонение результата измерений S при 10 наблюдениях, °
От 0,1 до 1	0,001	0,0015
Св. 1 до 5	0,001	0,0013
Св. 5 до 10	0,0012	0,001
Св. 10 до 20	0,0024	0,002
Св. 20 до 50	0,0046	0,003
Св. 50 до 100	0,0073	0,004

Таблица 2 — Неопределенности воспроизведения единицы угла фазового сдвига

Частота, МГц	Стандартная неопределенность, °		Суммарная стандартная неопределенность, °	Расширенная неопределенность, $U(0,99)$ ($k=3$), °
	оцениваемая по типу В, °	оцениваемая по типу А при 10 наблюдениях, °		
От 0,1 до 1	0,0004	0,0015	0,0016	0,005
Св. 1 до 5	0,0004	0,0013	0,0014	0,004
Св. 5 до 10	0,0005	0,001	0,0011	0,003
Св. 10 до 20	0,001	0,002	0,0022	0,007
Св. 20 до 50	0,0019	0,003	0,0035	0,011
Св. 50 до 100	0,0030	0,004	0,0050	0,015

[1)] Измерение разности фаз сигналов – приходящего (со спутника) и опорного (в приемнике) несущей частоты с неопределенным начальным значением целого числа циклов [волн].

Устройство воспроизведения УФС в виде линии переменной длины обеспечивает воспроизведение единицы УФС между двумя электрическими сигналами в диапазоне частот от 0,1 до 100 МГц с метрологическими характеристиками, приведенными в таблице 3.

Таблица 3 — Погрешности и неопределенности воспроизведения единицы угла фазового сдвига линией переменной длины

Частота, МГц	0,1	1,0	10,0	100,0
Максимальное воспроизводимое линией значение УФС, φ_{max}, °	0,12	1,2	12,0	120,0
Суммарное значение НСП, θ, о	0,0003	0,0015	0,005	0,014
Среднее квадратичное отклонение результата измерений S при 5 наблюдениях, °	0,0000036	0,000036	0,00036	0,0036
Стандартная неопределенность оцениваемая по типу В, u_B, °	0,00018	0,001	0,004	0,008
Стандартная неопределенность оцениваемая по типу А, u_A, °	0,0000036	0,000036	0,00036	0,0036
Расширенная неопределенность, U(0,99) (k = 3), °	0,0006	0,0032	0,013	0,03

При использовании линии переменной длины для воспроизведения УФС φ_i меньше, чем φ_{max}, значение НСП θ_φ и стандартная неопределенность $u_{B\varphi}$ определяются выражениями:

$$\theta_\varphi = \theta \cdot \frac{\varphi_i}{\varphi_{max}}, \qquad u_{B\varphi} = u_B \cdot \varphi_i \frac{\varphi_i}{\varphi_{max}}$$

3.5 Государственный первичный эталон применяют для передачи единицы УФС методом сравнения с помощью компаратора эталонам (калибраторам фазы), методом прямых измерений эталонам (фазовращателям), фазовым компараторам.

Расширенная неопределенность передачи единицы УФС эталонам (калибраторам фазы) для уровня доверия 0,99, U(0,99) в диапазоне частот от 0,1 до 100 МГц составляет от 0,0035° до 0,03°.

Расширенная неопределенность передачи единицы УФС фазовым компараторам для уровня доверия 0,99, *U*(0,99) в диапазоне частот от 0,1 до 100 МГц имеет значения, приведенные в таблице 4.

Таблица 4 — Расширенная неопределенность передачи единицы угла фазового сдвига фазовым компараторам

Частота, МГц	0,1	1,0	10,0	100,0
Диапазон воспроизводимых УФС, °	От 0 до 0,12	От 0 до 1,2	От 0 до 12,0	От 0 до 120,0
Расширенная неопределенность, U(0,99) (k = 3), °	От 0,00001 до 0,0006	От 0,0001 до 0,0032	От 0,001 до 0,013	От 0,012 до 0,03

Расширенная неопределенность передачи единицы УФС эталонам (фазовращателям) для уровня доверия 0,99, *U*(0,99) в диапазоне частот от 10 МГц до 65 ГГц составляет от 0,01° до 1,4°.

3.6 Государственный первичный эталон применяют для передачи единицы УФС эталонам (мерам комплексного коэффициента передачи), высокоточным СВЧ элементам с нормируемыми метро-

логическими характеристиками с коаксиальными соединителями и с соединителями в виде фланцев прямоугольных волноводов методом прямых измерений.

Расширенные неопределенности передачи единицы УФС для уровня доверия 0,95, $U(0,95)$ приведены в таблицах 5, 6.

Таблица 5 – Неопределенности передачи единицы мерам угла фазового сдвига с коаксиальными соединителями

Характеристика	Диаметр поперечного сечения коаксиальных волноводов, мм							
	16,0/6,95	16,0/4,58	7,0/2,01	7,0/3,04	3,5/1,52	2,92/1,27	2,4/1,04	1,85/0,8
Верхняя граница диапазона частот, ГГц	7	3	3	18	34	40	50	65
Типы поддерживаемых соединителей	II	VIII	N 75	III, N	IX; 3,5 мм	2,92 мм	I, 2,4 мм	1,85 мм
Расширенная неопределенность передачи УФС, $U(0,95)$ для мер с ослаблением от 0 до 3 дБ, °	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	1,0	1,0	1,5
Расширенная неопределенность передачи УФС, $U(0,95)$ для мер с ослаблением свыше 3 до 50 дБ, °	0,6	0,6	0,6	0,8	1,0	2,0	2,0	3,8

Таблица 6 – Неопределенности передачи единицы мерам угла фазового сдвига с соединителями в виде фланцев прямоугольных волноводов

Поперечное сечение волноводов, мм	Диапазон частот, ГГц	Расширенная неопределенность передачи УФС, $U(0,95)$ для мер с ослаблением от 0 до 3 дБ, °	Расширенная неопределенность передачи УФС, $U(0,95)$ для мер с ослаблением свыше 3 до 50 дБ, °
72×34	От 2,59 до 3,94	0,4	0,6
58×25	От 3,20 до 4,80	0,4	0,6
48×24	От 3,94 до 5,64	0,4	0,6
40×20	От 4,80 до 6,85	0,4	0,6
35×15	От 5,64 до 8,24	0,4	0,6
28,5×12,6	От 6,85 до 9,93	0,4	0,6
23×10	От 8,24 до 12,05	0,4	0,6
16×8	От 12,05 до 17,44	0,5	1,0
11×5,5	От 17,44 до 25,95	0,5	1,0
7,2×3,4	От 25,95 до 37,50	0,7	1,5

3.7 Государственный первичный эталон обеспечивает измерение комплексных коэффициентов отражения (ККО) и передачи (ККП) мер с соединителями в виде фланцев прямоугольных волноводов.

Расширенные неопределенности измерения ККО и ККП (мнимая и действительные части) для уровня доверия 0,95, $U(0,95)$ приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Неопределенности измерения комплексных коэффициентов отражения и комплексных коэффициентов передачи мер с соединителями в виде фланцев прямоугольных волноводов

Поперечное сечение волновода, мм	Диапазон частот, ГГц	Расширенная неопределенность измерения мер ККО (мнимая и действительные части), $U(0,95)$	Расширенная неопределенность измерения мер ККП (мнимая и действительные части), $U(0,95)$
72×34	От 2,59 до 3,94	0,002–0,025	0,00003–0,007
58×25	От 3,20 до 4,80		
48×24	От 3,94 до 5,64		
40×20	От 4,80 до 6,85		
35×15	От 5,64 до 8,24		
28,5×12,6	От 6,85 до 9,93		
23×10	От 8,24 до 12,05	0,003–0,026	0,00004–0,007
16×8	От 12,05 до 17,44		
11×5,5	От 17,44 до 25,95	0,004–0,03	0,00005–0,01
7,2×3,4	От 25,95 до 37,50		

3.8 Государственный первичный эталон применяют для передачи единицы УФС эталонам для спутниковых навигационных фазовых приемников (имитаторам глобальных спутниковых навигационных систем) методом сравнения с помощью компаратора для уровня доверия 0,99, U(0,99) на частотах от 1202 до 1251 МГц с расширенной неопределенностью 1,5°, на частотах от 1575 до 1609 МГц с расширенной неопределенностью 2,0°.

3.9 Государственный первичный эталон применяют для передачи единицы УФС высокоточным спутниковым навигационным фазовым приемникам методом прямых измерений для уровня доверия 0,99, $U(0,99)$ на частотах от 1202 до 1251 МГц с расширенной неопределенностью 0,7°, на частотах от 1575 до 1609 МГц с расширенной неопределенностью 1,0°.

3.10 Для обеспечения воспроизведения единицы УФС с указанной точностью должны быть соблюдены правила содержания и применения эталона.

4 Эталоны 1-го, 2-го и 3-го разрядов

4.1 Эталоны 1-го разряда

4.1.1 В качестве эталонов 1-го разряда применяют калибраторы фазы, эталоны УФС (меры) с коаксиальными соединителями и с соединителями в виде фланцев прямоугольных волноводов и эталоны УФС для спутниковых навигационных фазовых приемников.

4.1.2 Значения пределов допускаемых абсолютных погрешностей Δ калибраторов фазы не превышают значений от 0,05° до 0,5° в диапазоне частот от 0,1 до 100 МГц.

4.1.3 Значения пределов допускаемых абсолютных погрешностей Δ эталонов УФС мер с коаксиальными соединителями в диапазоне частот от 0,1 МГц до 65 ГГц и мер с соединителями в виде фланцев прямоугольных волноводов в диапазоне частот от 2,59 до 37,5 ГГц в зависимости от диапа-

зона частот и типа соединителя не превышают значений от 0,4° до 4° в диапазоне ослаблений от 0 до 50 дБ.

4.1.4 Значения пределов допускаемых абсолютных погрешностей Δ эталонов УФС для спутниковых навигационных фазовых приемников на частотах от 1202 до 1251 МГц не превышают значений от 1,5° до 3°, на частотах от 1575 до 1609 МГц — от 2 ° до 4°.

4.1.5 Эталоны 1-го разряда применяют для поверки (калибровки) эталонов 2-го разряда методом прямых измерений, для поверки (калибровки) высокоточных измерителей разности фаз, спутниковых навигационных фазовых приемников.

4.2 Эталоны 2-го го разряда

4.2.1 В качестве эталонов 2-го разряда применяют установки для измерения ослабления и угла фазового сдвига.

4.2.2 Значения допускаемых абсолютных погрешностей Δ эталонов 2-го разряда (установок для измерения ослабления и УФС) в диапазоне частот от 0,001 до 37,5 ГГц не превышают значений от 0,17° до 0,80° в диапазоне измеряемых ослаблений от 0 до 50 дБ.

4.2.3 Эталоны 2-го разряда применяют для поверки (калибровки) методом прямых измерений эталонов 3-го разряда (фазовращателей, мер с ослаблением до 50 дБ), высокоточных СВЧ элементов с нормируемыми метрологическими характеристиками.

4.3 Эталоны 3-го разряда

4.3.1 В качестве эталонов 3-го разряда применяют фазовращатели, эталоны УФС (меры) с коаксиальными соединителями и с соединителями в виде фланцев прямоугольных волноводов.

4.3.2 Значения пределов допускаемых абсолютных погрешностей Δ эталонов УФС (фазовращателей) не превышают значений от 0,2° до 0,5° в диапазоне частот от 1 до 3 ГГц.

4.3.3 Значения пределов допускаемых абсолютных погрешностей Δ эталонов УФС (мер) с коаксиальными соединителями в диапазоне частот от 0,001 до 37, 5 ГГц и с соединителями в виде фланцев прямоугольных волноводов в диапазоне частот от 2,59 до 37,5 ГГц в зависимости от диапазона частот и типа соединителя не превышают значений от 1° до 4° в диапазоне ослаблений от 0 до 50 дБ.

4.3.4 Эталоны 3-го разряда применяют для поверки (калибровки) измерителей разности фаз методом прямых измерений.

5 Средства измерений

5.1 В качестве средств измерений применяют измерители разности фаз, фазовращатели, векторные генераторы, спутниковые навигационные фазовые приемники, фазовые компараторы, СВЧ элементы с нормируемыми метрологическими характеристиками по УФС.

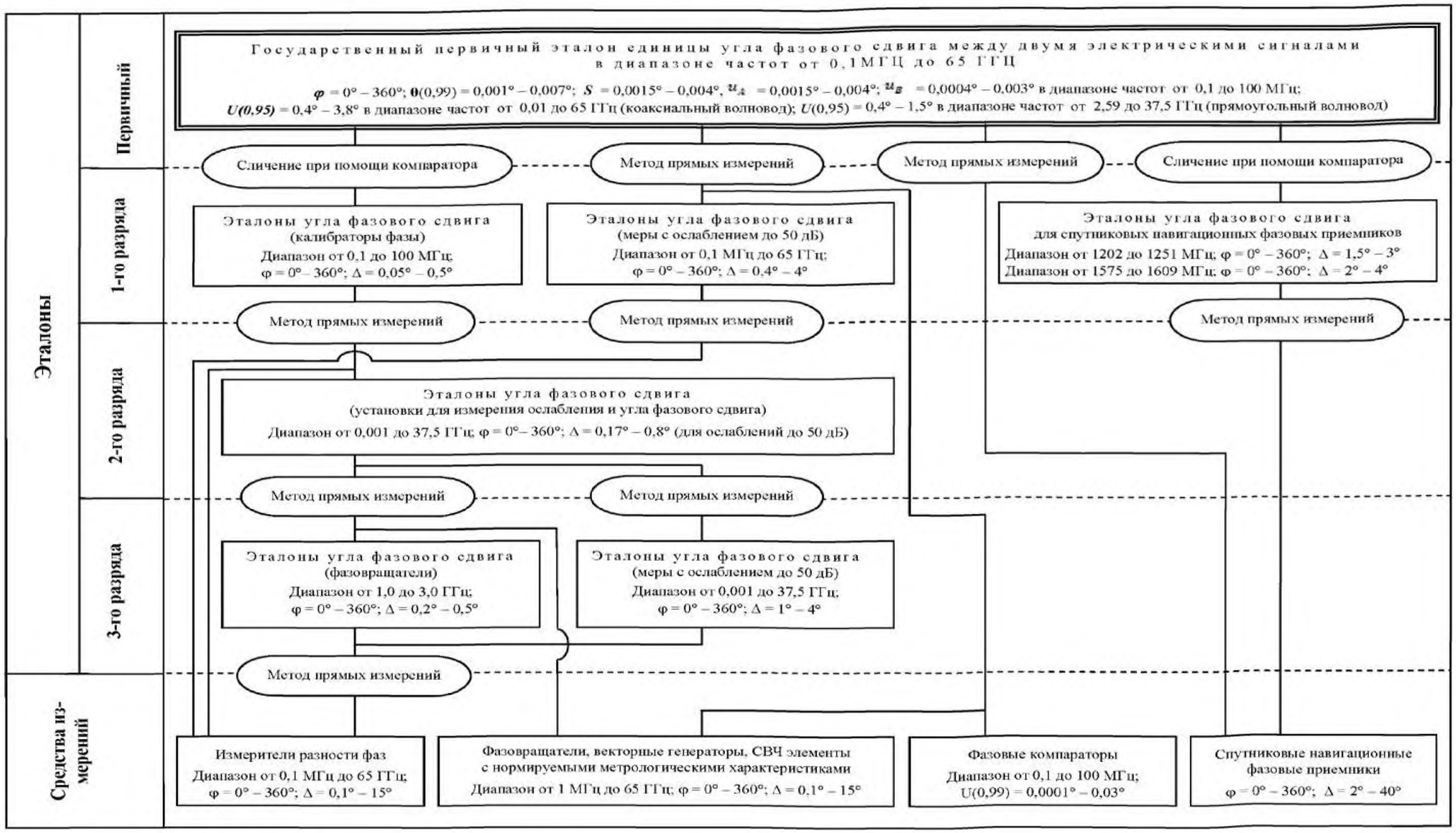
5.2 Значения пределов допускаемых абсолютных погрешностей Δ измерителей разности фаз, фазовращателей, векторных генераторов, СВЧ элементов с нормируемыми метрологическими характеристиками по УФС не превышают значений от 0,1° до 15°.

5.3 Значения пределов допускаемых абсолютных погрешностей Δ спутниковых навигационных фазовых приемников на частотах от 1202 до 1251 МГц не превышает значений от 2° до 40°, на частотах от 1575 до 1609 МГц — от 3° до 40°.

5.4 Значения пределов допускаемых абсолютных погрешностей Δ фазовых компараторов в диапазоне частот от 0,1 до 100 МГц не превышают значений от 0,0001° до 0,03°.

Приложение А
(обязательное)

Государственная поверочная схема для средств измерений угла фазового сдвига между двумя электрическими сигналами в диапазоне частот от 0,1 МГц до 65 ГГц



Библиография

[1] IEEE 287–2007 Стандарт института инженеров по электротехнике и электронике для прецизионных коаксиальных соединителей (до 110 ГГц) [287-2007 IEEE Standard for Precision Coaxial Connectors (DC to 110 GHz)]

[2] РТМ 68-14-01 Руководящий технический материал. Спутниковая технология геодезических работ. Термины и определения.

УДК 621.372.85:006.354 ОКС 17.020

Ключевые слова: поверочная схема, государственный первичный эталон, средства измерений, фазовые измерения, угол фазового сдвига, измерители разности фаз, фазовращатели, векторные генераторы, фазовые компараторы, глобальные навигационные спутниковые системы, спутниковые навигационные фазовые приемники.

Подписано в печать 02.12.2014. Формат 60x84⅛.
Усл. печ. л. 1,40. Тираж 44 экз. Зак. 5159

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»,
123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru