

СОГЛАСОВАНО

**Первый заместитель генерального
директора-заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»**



А.Н. Щипунов

«16» 07 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Установки измерительные КН7700

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 651-24-022

2024 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на установки измерительные КН7700 (далее - установку) зав. №№ 0271, 0272, изготовленные компанией «Kolinker Precision Technology Ltd.», Гонконг и устанавливает методы и средства их первичной и периодических поверок.

1.2 По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к государственным первичным эталонам: единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022; единицы волнового сопротивления в коаксиальных волноводах ГЭТ-75-2023; единицы температуры в диапазоне от 0 °С до 2500 °С ГЭТ 34-2020, единицы температуры-кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К ГЭТ 35-2021.

1.3 При проведении поверки необходимо руководствоваться настоящей методикой и эксплуатационной документацией на установку и на используемое при поверке оборудование.

В методике поверки реализованы методы прямых измерений.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Диапазон частот тестового сигнала, МГц	от 1 до 150
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты тестового сигнала.	$\pm 2 \cdot 10^{-7}$
Диапазон измерений модуля комплексного коэффициента передачи, дБ	от -40 до 0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля комплексного коэффициента передачи, при уровне выходной мощности от 50 до 500 мВт на нагрузке 50 Ом, дБ	± 2
Диапазон воспроизведения температуры в камере тепла и холода, °С	от -60 до +120
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения температуры в камере тепла и холода, °С	± 1

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр средства измерения	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
4 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	да	да

Продолжение таблицы 2

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
4.1 Определение диапазона и относительной погрешности установки частоты тестового сигнала	10.1	да	да
4.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений модуля комплексного коэффициента передачи	10.2	да	да
4.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности установки температуры в камере тепла и холода	10.3	да	да

2.2 При получении отрицательных результатов по любому пункту таблицы 1 поверяемая установка бракуется и направляется в ремонт.

2.3 Не допускается проведение периодической поверки меньшего числа величин или меньшего числа поддиапазонов.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 18 до плюс 28 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 45 до 80 %.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

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

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, представленное в таблице 3.

Таблица 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1	Средства измерений частоты переменного сигнала в диапазоне от 1 МГц до 150 МГц, с пределами допускаемой относительной погрешности измерений не более $\pm 3 \cdot 10^{-8}$	Частотомер электронно-счетный 53220А рег. № 51077-12 *; Стандарт частоты рубидиевый FS 725 рег. № 31222-06; Рабочий эталон 3 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты Приказ Росстандарта № 2360 от 26.09.2022

Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.2	Средства воспроизведения модуля комплексного коэффициента передачи в диапазоне от -40 до 0 дБ, с погрешностью не более $\pm 0,5$ дБ	Аттенюатор ступенчатый ручной 8496В, рег. №60237-15; Анализатор цепей векторный/анализатор спектра ZVL3, рег. № 37173-08; Рабочий эталон в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений волнового сопротивления, комплексных коэффициентов отражения и передачи в коаксиальных волноводах в диапазоне частот от 0 до 67 ГГц Приказ Росстандарта №1678 от 16 августа 2023
10.3	Средство измерения температуры в диапазоне от минус 60 до плюс 120°C, пределы допускаемой абсолютной погрешность измерений $\pm 0,2$ °C	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ-8, рег. № 19736-11; Элемент чувствительный из платины технический ЧЭПТ-3, рег. № 46154-10 Рабочий эталон 3 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений температуры. Приказ Росстандарта №3253 от 23.12.2022
* рег. №___ - регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.		

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемой установки с требуемой точностью.

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

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные ГОСТ Р 12.1.019-2009, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также изложенные в РЭ установки, в технической документации на применяемые при поверке рабочие эталоны и вспомогательное оборудование.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре проверить отсутствие внешних механических повреждений и неисправностей, влияющих на работоспособность установки.

7.2 Результаты поверки считать положительными, если отсутствуют внешние механические повреждения и неисправности, влияющие на работоспособность установки.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать установку в условиях, указанных в п. 3, в течение не менее 1 часа;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев средств поверки для установления их рабочего режима.

8.2 Опробование установки провести в соответствии с РЭ.

Результаты опробования считать положительными, если при включении установки после загрузки программного обеспечения на дисплее не появляется сообщение об ошибках.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Запустить программу KN1800.exe и проверить номер версии программы.

9.2 Запустить программу TEMPSYS.exe и проверить номер версии программы.

9.3 Результаты поверки считать положительным, если номер версии программы KN1800.exe не ниже 13.06 и номер версии программы TEMPSYS.exe не ниже 27.47.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение диапазона и относительной погрешности установки частоты тестового сигнала.

10.1.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1. Подсоединить выход стандарта частоты 10 МГц ко входу частотомера «Ext Ref In» кабелем RG-58 с разъёмами BNC-BNC. Подсоединить выход установки КН7700 ко входу канала 1 кабелем RG-58 с разъёмами SMA-BNC.



Рисунок 1

10.1.2 В соответствии с РЭ установить синхронизацию частотомера от внешнего стандарта частоты, входной импеданс на 1 МОм.

10.1.3 В установить частоту тестового сигнала установки в соответствии с таблицей 4.

10.1.4 Измерить при помощи частотомера 53220А частоту тестового сигнала установки, результаты измерений записать в протокол.

Таблица 4

Частота тестового сигнала	Частота измеренная частотомером	Относительная погрешность установки частоты	
		рассчитанное значение	допустимое значение
1	2	3	4
1 МГц			$\pm 2 \cdot 10^{-7}$
5 МГц			
10 МГц			
50 МГц			
100 МГц			
150 МГц			

10.1.5 Определить относительную погрешность установки частоты тестового сигнала по формуле (1):

$$\delta = \frac{F_{\text{уст}} - F_{\text{изм}}}{F_{\text{уст}}}, \quad (1)$$

где $F_{\text{уст}}$ – установленное значение частоты тестового сигнала, Гц;

$F_{\text{изм}}$ – значение частоты измеренное при помощи частотомера, Гц.

10.1.6 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности установки частоты тестового сигнала в диапазоне от 1 МГц до 150 МГц находятся в пределах $\pm 2 \cdot 10^{-7}$.

10.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений модуля комплексного коэффициента передачи

10.2.1 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 2. Подсоединить Port1 векторного анализатора к входу аттенюатора, Port2 к выходу аттенюатора кабелем RG-58 с разъёмами N-типа.

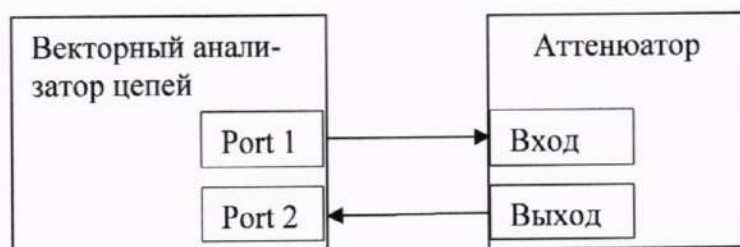


Рисунок 2

10.2.2 Выполнить калибровку векторного анализатора цепей и провести измерение модуля комплексного коэффициента передачи аттенюатора в режиме измерения S21 для значений 0, 10, 20, 30, и 40 дБ на частотах 1, 50, 100, 150 МГц. Результаты измерений занести в протокол.

10.2.3 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 3. Подсоединить выход установки КН7700 «Output» к входу аттенюатора а вход установки КН7700 «Input» к выходу аттенюатора кабелем RG-58 с разъёмами SMA-N-типа.

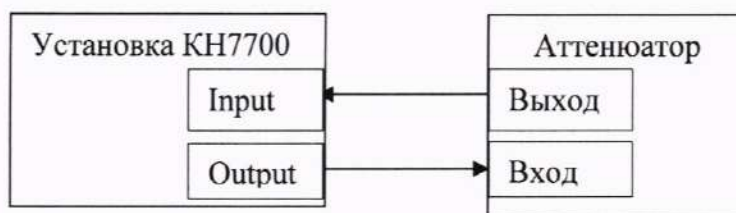


Рисунок 3

10.2.4 Провести калибровку установки КН7700.

10.2.5 Последовательно устанавливая мощность и частоту выходного сигнала установки КН7700 в соответствии с таблицей 5 провести измерение комплексного коэффициента передачи аттенюатора для значений 0, 10, 20, 30 и 40 дБ. Результаты измерений занести в протокол.

Таблица 5

Мощность выходного сигнала установки КН7700, мкВт	Частота выходного сигнала установки КН7700, МГц	Значение ослабления аттенюато- ра, дБ	Модуль комплексно- го коэффи- циента пе- редачи, из- меренный при помощи векторного анализатора цепей, дБ	Модуль комплексно- го коэффи- циента пе- редачи, из- меренный при помощи установки КН7700, дБ	Абсолютная по- грешность измере- ний модуля ком- плексного коэффи- циента передачи	
					изме- ренное значе- ние, дБ	допу- стимое значе- ние, дБ
1	2	3	4	5	6	7
50	1	0				±2
		10				
		20				
		30				
		40				
	50	0				
		10				
		20				
		30				
		40				
	100	0				
		10				
		20				
		30				
		40				
	150	0				
		10				
		20				
		30				
		40				

Продолжение таблицы 5

Мощность выходного сигнала установки КН7700, мкВт	Частота выходного сигнала установки КН7700, МГц	Значение ослабления аттенюато- ра, дБ	Модуль комплексно- го коэффи- циента пе- редачи, из- меренный при помощи векторного анализатора цепей, дБ	Модуль комплексно- го коэффи- циента пе- редачи, из- меренный при помощи установки КН7700, дБ	Абсолютная по- грешность измере- ний модуля ком- плексного коэффи- циента передачи	
					изме- ренное значе- ние, дБ	допу- стимое значе- ние, дБ
1	2	3	4	5	6	7
300	1	0				±2
		10				
		20				
		30				
		40				
	50	0				
		10				
		20				
		30				
		40				
	100	0				
		10				
		20				
		30				
		40				
	150	0				
		10				
		20				
		30				
		40				
500	1	0				
		10				
		20				
		30				
		40				
	50	0				
		10				
		20				
		30				
		40				
	100	0				
		10				
		20				
		30				
		40				

Продолжение таблицы 5

Мощность выходного сигнала установки КН7700, мкВт	Частота выходного сигнала установки КН7700, МГц	Значение ослабления аттенюато- ра, дБ	Модуль комплексно- го коэффи- циента пе- редачи, из- меренный при помощи векторного анализатора цепей, дБ	Модуль комплексно- го коэффи- циента пе- редачи, из- меренный при помощи установки КН7700, дБ	Абсолютная по- грешность измере- ний модуля ком- плексного коэффи- циента передачи	
					изме- ренное значе- ние, дБ	допу- стимое значе- ние, дБ
1	2	3	4	5	6	7
500	150	0				±2
		10				
		20				
		30				
		40				

10.2.6 Определить абсолютную погрешность измерений модуля комплексного коэффициента передачи по формуле (2).

$$\Delta A = A_{\text{КН7700}} - A_{\text{изм}} \quad (2)$$

где $A_{\text{КН7700}}$ - значение модуля комплексного коэффициента передачи полученное при помощи установки КН7700, дБ;

$A_{\text{изм}}$ - значение модуля комплексного коэффициента передачи полученное при помощи векторного анализатора цепей ZVL3, дБ.

10.2.7 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне от минус 40 до 0 дБ значения абсолютных погрешностей измерений модуля комплексного коэффициента передачи находятся в пределах ±2 дБ.

10.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности установки температуры в камере тепла и холода

10.3.1 Поместить элемент чувствительный из платины технический ЧЭПТ-3 в камеру тепла и холода. Подключить элемент ЧЭПТ-3 к измерителю температуры многоканальному прецизионному МИТ-8.

10.3.2 В установить температуру в камере тепла и холода в соответствии с таблицей 6.

10.3.3 Дождаться установки температуры в камере тепла и холода в течение не менее 10 минут.

10.3.4 Измерить температуры в камере тепла и холода при помощи термометра МИТ-8. Результаты измерений занести в протокол.

Таблица 6

Установленная температура, °C	Измеренная температура, °C	Абсолютная погрешность установки температуры, °C	
		рассчитанное значение	допустимое значение
+30			±1
+60			
+90			
+120			
+90			
+60			
+30			
0			
-30			
-60			
-30			
0			
+30			

10.4.5 Определить абсолютную погрешность установки температуры в камере тепла и холода по формуле (3):

$$\Delta(t) = t_{\text{уст}} - t_{\text{изм}} \quad (4)$$

где $t_{\text{уст}}$ – значение температуры, установленное в камере тепла и холода, °C;
 $t_{\text{изм}}$ – значение температуры, измеренное при помощи МИТ-8, °C.

10.4.6 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности установки температуры в диапазоне от минус 60 °C до плюс 120 °C находятся в пределах ±1 °C.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки установки подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца установки или лица, представившего ее на поверку, выдается свидетельство о поверке и (или) в паспорт установки вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

11.2 Результаты поверки оформить по установленной форме.

Начальник НИО-6
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник лаборатории 620
ФГУП «ВНИИФТРИ»




В.И. Добровольский

Н.В. Нечаев