

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ФГБУ
«ГНМЦ» Минобороны России
В.В. Швыдун



2016 г.

УСИЛИТЕЛЬ СИГНАЛОВ ВЧ
VCH-605

Руководство по эксплуатации
Методика поверки
Приложение Б
(обязательное)
ЯКУР.468732.022РЭ1

н.р. 65378-16

Согласовано
Начальник отдела
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

И.А. Дрига

« 15 » 04 2016 г.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Содержание

1	Общие сведения	3
2	Операции поверки.....	4
3	Средства поверки	5
4	Требования к квалификации поверителей.....	7
5	Требования безопасности.....	8
6	Условия поверки	9
7	Подготовка к поверке	9
8	Проведение поверки	10
8.1	Внешний осмотр.	10
8.2	Опробование.....	10
8.3	Определение (контроль) метрологических характеристик.....	10
9	Выключение прибора	15
10	Оформление результатов поверки.....	16

Перв. примен.	
Справ. №	

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взамен инв. №	
Подп. и дата	

Инв. № подл.	
--------------	--

ЯКУР.4687321.022РЭ1

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
	Разраб.	Синельников		
	Пров.	Пелюшенко		
	Согл.			
	Н.контр.	Киселева		
	Утв.	Сахаров		

Усилитель сигналов ВЧ
VCH-605
Руководство по эксплуатации
Методика поверки
Приложение Б (обязательное)

Лит.		Лист	2	Листов	17
------	--	------	---	--------	----

1 Общие сведения

Настоящая методика поверки распространяется на усилитель сигналов ВЧ (далее – прибор) и устанавливает методы и средства первичной, периодической и внеочередной поверок, проводимых в соответствии с Правилами по метрологии Госстандарта ПР 50.2.006-94 "ГСИ Порядок проведения поверки средств измерений" и ГОСТ РВ 8.576-2000.

Продолжительность поверки прибора составляет 130 часов.

Межповерочный интервал – 1 год.

Ивл. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв.№	Ивл. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ЯКУР.468732.022РЭ1				Лист
				3

2 Операции поверки

Перед проведением поверки прибора проводится внешний осмотр и операция подготовки его к работе.

Метрологические характеристики, подлежащие проверке, и операции поверки приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики, подлежащие проверке, и операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Обязательность поверки параметров		
		первичная поверка		периодическая поверка
		при выпуске	после ремонта	
Внешний осмотр	8.1	да	да	да
Опробование	8.2	да	да	да
Проверка коэффициента усиления вход/выход	8.3.1	да	да	да
Проверка развязки между каналами	8.3.2	да	да	да
Проверка гармонических искажений	8.3.3	да	да	да
Проверка вносимой прибором нестабильности частоты	8.3.4	да	да	нет
Проверка вносимой прибором спектральной плотности мощности фазовых шумов	8.3.5	да	да	нет

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взамен инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

3 Средства поверки

Рекомендуемые средства поверки приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Рекомендуемые средства поверки

Наименование средств поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)
	пределы измерения	погрешность	
Анализатор фазовых шумов	5–30 МГц 10–400 МГц	1 Гц – 145 дБ/√Гц; 10 кГц – 175 дБ/√Гц	TSC 5120A TSC 5125A
Генератор ВЧ	9кГц – 3,0ГГц	Разрешение по частоте 0,1 Гц	N9310A
Частотный компаратор	Частота входных сигналов 5; 10; 100 МГц с отклонением от номинального значения $\pm 1,0 \cdot 10^{-6}$	Погрешность, вносимая компаратором (среднее квадратическое относительное случайное двух- выборочное отклонение): $2,0 \cdot 10^{-14}$ при интервале времени измерения 1 с;	VCH-314
Стандарт частоты и времени водородный	Частота выходных сигналов 5; 10; 100 МГц	Спектральная плотность мощности фазового шума 10 Гц: -130 дБн/Гц 100 Гц: -140 дБн/Гц 1 кГц: -150 дБн/Гц 10 кГц: -155 дБн/Гц	Ч1-1007
Анализатор спектра	9 кГц – 1500 МГц	Измерение уровня $\pm 0,4$ дБ Пределы измерения уровня -140...30 дБм	E4402B
Нагрузка 50 Ом	Диапазон частот от DC до 3 ГГц		65_SMA-50-0-20/111
Делитель мощности	Диапазон частот от 1 до 750 МГц		ZFSC-2-1W-S+
Фильтр нижних частот 5 МГц	0-5 МГц	Подавление гармонических составляющих 5 МГц не менее 25 дБ.	ЯКУР.468822.005 ЗАО «Время-Ч»
Фильтр нижних частот 10 МГц	0-10 МГц	Подавление гармонических составляющих 10 МГц не менее 25 дБ.	ЯКУР.468822.006 ЗАО «Время-Ч»
Фильтр нижних частот 100 МГц	0-100 МГц	Подавление гармонических составляющих 100 МГц не менее 20 дБ.	ЯКУР.468822.007 ЗАО «Время-Ч»

Примечание – вместо указанных в таблице средств поверки разрешается применять другие аналогичные средства измерений, обеспечивающие необходимую точность и диапазоны измерений.

Применяемые при поверке средства измерений и рабочие эталоны должны быть утвержденного типа, исправны, поверены и иметь свидетельства о поверке или оттиск поверительного клейма на приборе или в технической документации.

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Изн. № дубл.	Подп. и дата

4 Требования к квалификации поверителей

Поверка должна осуществляться лицами, аттестованными в качестве поверителей в порядке, установленном в ПР 50.2.012-94.

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инов. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЯКУР. 468732.022РЭ1

Лист
6

5 Требования безопасности

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

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв.№	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
ЯКУР. 468732.022РЭ1					Лист
					7

6 Условия поверки

При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Условия проведения операций поверки

Температура окружающего воздуха, °С (К)	20±5 (293±5)
Относительная влажность воздуха при температуре до 25 °С, %	65± 25
Атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)	84 – 106 (630 – 795)
Питание от сети переменного тока:	
- напряжением, В;	220± 4,4
- частотой, Гц.	50,0± 0,5
- содержание гармоник, %, не более	5

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЯКУР. 468732.022РЭ1	Лист
											8

7 Подготовка к поверке

7.1 Поверитель должен изучить руководство по эксплуатации поверяемого стандарта и используемых средств поверки.

Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность поверяемого прибора для проведения поверки (наличие кабелей питания и пр.);

- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, заземлить (если это необходимо) необходимые рабочие эталоны, средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в технической документации равного 2 часам).

7.2 Перед проведением поверки необходимо подготовить прибор к работе в следующей последовательности.

7.3 Перед началом работы обеспечить надежное заземление прибора, для чего зажим защитного заземления присоедините к шине заземления раньше других соединений. Крепления заземляющей клеммы и проводников должны быть надежно зафиксированы.

7.4 Подключить питание прибора.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЯКУР. 468732.022РЭ1				Лист
									9
									Изм.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

Произвести внешний осмотр прибора, убедиться в отсутствии внешних механических повреждений и неисправностей, влияющих на работоспособность.

При проведении внешнего осмотра проверяется:

- сохранность пломб;
- чистота и исправность разъемов и гнезд;
- ослабления элементов конструкции;

Приборы, имеющие дефекты (механические повреждения), бракуют и направляют в ремонт.

8.2 Опробование

Для опробования работы прибора и оценки его исправности необходимо подключить к нему переменное напряжение 220 В. При этом должен загореться только индикатор **СЕТЬ** на передней панели. Подключить ко входу А синусоидальный сигнал частотой от 5 до 100 МГц и мощностью от 7 до 17 дБм. При этом должны загореться соответствующие индикаторы выходов канала А. Аналогично проверяются каналы В и С.

8.3 Определение (контроль) метрологических характеристик

8.3.1. Определение коэффициента усиления вход/выход производят с помощью генератора сигналов N9310A и анализатора спектра E4402B. Генератор сигналов подключают к анализатору спектра и подают синусоидальный сигнал мощностью (13 ± 1) дБм и, устанавливая частоты на выходе генератора $(5 \pm 0,00005)$, $(10 \pm 0,0001)$ и $(100 \pm 0,001)$ МГц, измеряют уровень сигнала на анализаторе спектра. Генератор сигналов отключают от анализатора спектра и подключают к входу поверяемого прибора. Устанавливая частоты на выходе генератора $(5 \pm 0,00005)$, $(10 \pm 0,0001)$ и $(100 \pm 0,001)$ МГц, измеряют уровень сигнала на выходах поверяемого прибора анализатором спектра. Результаты поверки считаются удовлетворительными, если разность между измеренными мощностями на выходе генератора и прибора на одинаковых частотах не превышает 1 дБ.

Если указанные требования не выполняются, то прибор бракуется и отправляется в ремонт.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата					Лист 10	
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.		Дата

8.3.2. Определение развязки между каналами в приборе производят с помощью генератора сигналов N9310A и анализатора спектра E4402B. Длины соединительных кабелей должны быть не более 60 см. Неиспользуемые входы и выходы прибора заглушают нагрузками 65_SMA-50-0-20/111.

Развязка выход/выход определяется следующим образом. Выход генератора сигналов подключают к выходу «A1» прибора. Анализатор спектра подключают к выходу «A2» прибора. На генераторе сигналов устанавливают синусоидальный сигнал мощностью (13 ± 1) дБм и последовательно частоты $(5 \pm 0,00005)$, $(10 \pm 0,0001)$ и $(100 \pm 0,001)$ МГц, измеряя при этом анализатором спектра мощность сигналов на этих частотах. Анализатор спектра переключают на выход «A3» и так же измеряют мощности сигналов на всех 3-х частотах. Анализатор спектра переключают на выход «A4» и так далее до «C4».

Выход генератора сигналов подключают к выходу «A2» прибора. Анализатор спектра подключают на выход «A3», «A4»...«C4» и измеряют мощности сигналов на всех 3-х частотах. Аналогичным образом промеряют все остальные выходы.

Развязка выход/вход определяется следующим образом. Выход генератора сигналов подключают к выходу «A1» прибора. Анализатор спектра подключают к входу «A» прибора и измеряют мощности сигналов на всех 3-х частотах. Выход генератора сигналов подключают к выходу «A2», «A3»...«C4» прибора и так же измеряют мощности сигналов на всех 3-х частотах.

Анализатор спектра подключают к входу «B» прибора. Подключая выход генератора сигналов на выходы «A1», «A2»...«C4», измеряют мощности сигналов на всех 3-х частотах. Аналогично измеряют развязку для входа «C».

Развязка вход/вход определяется следующим образом. Выход генератора сигналов подключают к входу «A» прибора. Анализатор спектра подключают к входу «B» (а затем «C») прибора и измеряют мощности сигналов на всех 3-х частотах. Аналогично измеряют развязку между входами «B» и «C».

Из измеренных мощностей необходимо вычесть 13 дБм.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если полученные значения развязки не более минус 120 дБ на частотах 5 и 10 МГц и не более минус 100 дБ на частоте 100 МГц.

Если указанные требования не выполняются, то прибора бракуется и отправляется в ремонт.

8.3.3. Определение уровня гармонических искажений, вносимых прибором, проводят с помощью генератора сигналов N9310A, анализатора спектра E4402B и фильтров нижних

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЯКУР. 468732.022РЭ1	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

частот ЯКУР.468822.005, ЯКУР.468822.006, ЯКУР.468822.007. При наличии генератора сигналов с гармоническими искажениями на выходе лучше более чем на 10 дБ, чем требуется для проверки прибора, фильтры нижних частот можно не использовать.

Для определения гармонических искажений, вносимых прибором, на частоте 5 МГц генератор сигналов через фильтр нижних частот 5 МГц (ЯКУР.468822.005) подключают на вход «А» прибора. К выходу «А1» прибора подключают анализатор спектра. На генераторе устанавливают синусоидальный сигнал частотой $(5 \pm 0,00005)$ МГц и такой мощности, при которой мощность сигнала на выходе «А1» равна (13 ± 1) дБм. На анализаторе спектра смотрят разность между частотой $(5 \pm 0,00005)$ МГц и гармоническими составляющими $(10 \pm 0,0001)$, $(15 \pm 0,00015)$ МГц и т.д. Минимальное значение в полученных результатах будет равно измеряемому уровню гармонических искажений, вносимых прибором, на частоте 5 МГц на выходе «А1». Аналогично проверяются выходы «А2»-«А4». Для определения гармонических искажений каналов «В» и «С» сигнал подается на соответствующий канал и так же измеряются остальные выходы.

Схема определения гармонических искажений, вносимых прибором, на частотах 10 и 100 МГц аналогичная. Для определения гармонических искажений на частоте 10 МГц используется фильтр нижних частот 10 МГц (ЯКУР.468822.006), а на частоте 100 МГц – фильтр нижних частот 100МГц (ЯКУР.468822.007). Частота на выходе генератора устанавливается соответственно $(10 \pm 0,0001)$ или $(100 \pm 0,001)$ МГц.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если полученные значения гармонических искажений не более минус 40 дБ для частот 5 и 10 МГц и не более минус 35 дБ для частоты 100 МГц.

Если указанные требования не выполняются, то прибор бракуется и отправляется в ремонт.

8.3.4. Вносимая прибором нестабильность частоты сигналов 5; 10; 100 МГц определяется с помощью компаратора частотного Ч7-314 (VCH-314), согласно схеме, приведенной на рисунке 1.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЯКУР. 468732.022РЭ1	Лист
						12

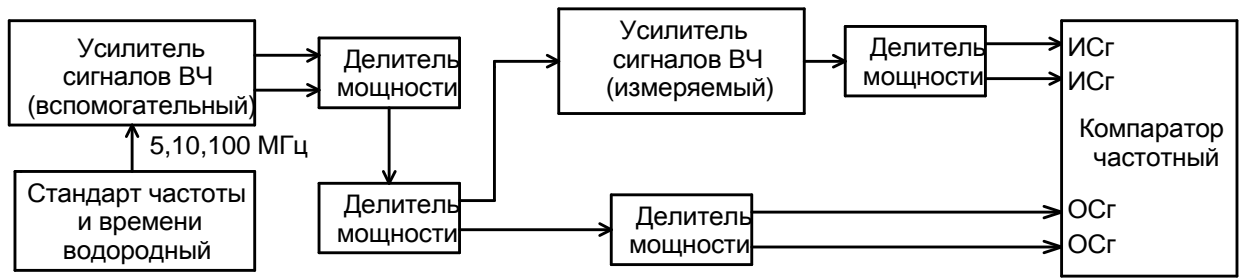


Рисунок 1 – Схема соединения приборов для определения вносимой нестабильности частоты.

В качестве вспомогательного усилителя сигналов ВЧ можно использовать соседний канал измеряемого усилителя сигналов ВЧ. Длины кабелей от вспомогательного усилителя сигналов ВЧ до делителя мощности должны быть одинаковыми. В качестве делителя мощности используется разветвитель ф. Mini-Circuits ZFSC-2-1W-S+ (или аналогичный на диапазон частот не уже 5–100 МГц). Если стандарт частоты и времени водородный имеет 2 одинаковых выхода, то допускается не использовать вспомогательный усилитель сигналов ВЧ. Измерения производятся на каждом выходе усилителя сигналов ВЧ на частотах 5; 10; 100 МГц при номинальном уровне сигнала $(1,0 \pm 0,1)$ В. В компараторе частотном задаются параметры: коэффициент умножения 10^6 , полоса пропускания флуктуаций частоты 3 Гц. Измерения производятся по методу 3-х генераторов с исключением шумов компаратора. Интервал времени измерения 1 сек, число точек не менее 100.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если вносимая нестабильность частоты не более $4,0 \cdot 10^{-14}$.

Если указанные требования не выполняются, то прибор бракуется и отправляется в ремонт.

8.3.5. Определение уровня вносимой прибором спектральной плотности мощности фазовых шумов проводят с помощью анализаторов фазовых шумов TSC 5120A (на частотах 5; 10 МГц), TSC 5125A (на частоте 100 МГц). Источником опорного сигнала служит стандарт частоты и времени водородный. Схема измерения показана на рисунке 2.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взамен инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

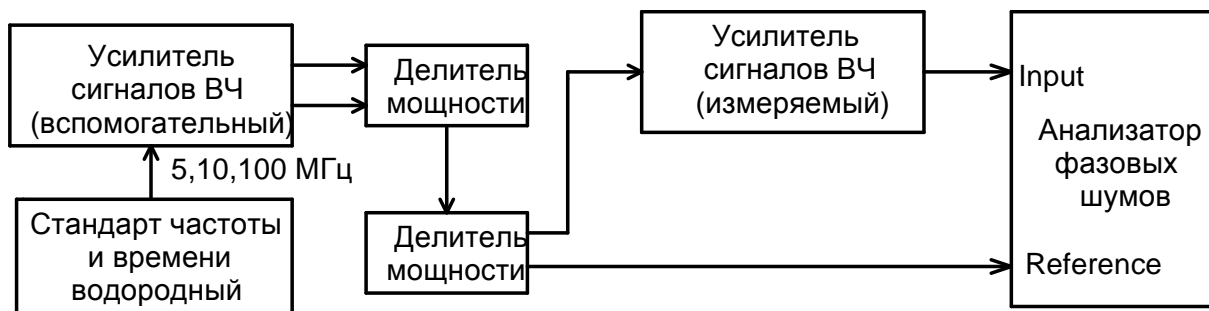


Рисунок 2 – Схема соединения приборов для измерения вносимой прибором спектральной плотности мощности фазовых шумов.

В качестве вспомогательного усилителя сигналов ВЧ можно использовать соседний канал измеряемого усилителя сигналов ВЧ. Длины кабелей от вспомогательного усилителя сигналов ВЧ до делителя мощности должны быть одинаковыми. В качестве делителя мощности используется разветвитель ф. Mini-Circuits ZFSC-2-1W-S+ (или аналогичный на диапазон частот 5–100 МГц).

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если полученные значения вносимой прибором спектральной плотности мощности фазовых шумов не более значений, представленных в таблице 4.

Таблица 4 – Уровень вносимой спектральной плотности мощности фазовых шумов

Частотная отстройка, Гц	Частота сигнала, МГц		
	5	10	100
1	-141 дБ/Гц	-141 дБ/Гц	-130 дБ/Гц
10	-150 дБ/Гц	-150 дБ/Гц	-145 дБ/Гц
100	-155 дБ/Гц	-155 дБ/Гц	-150 дБ/Гц
1000	-161 дБ/Гц	-161 дБ/Гц	-155 дБ/Гц
10000	-163 дБ/Гц	-163 дБ/Гц	-160 дБ/Гц

Если указанные требования не выполняются, то прибор бракуется и отправляется в ремонт.

Инв. № подл.	Подп. и дата			
	Изн.			
Взамен инв. №	Изн.			
	Изн.			
Инв. № дубл.	Изн.			
	Изн.			
Подп. и дата	Изн.			
	Изн.			
Изн.	Изн.			
	Изн.			
Изн.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ЯКУР. 468732.022РЭ1				Лист
				14

9 Выключение прибора

9.1. Для того чтобы выключить прибор необходимо снять переменное напряжение 220 В и постоянное напряжение 24 В.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взамен инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЯКУР. 468732.022РЭ1	Лист
						15

10 Оформление результатов поверки

10.1 При положительных результатах поверки на прибор выдается свидетельство о поверке установленной формы.

10.2 На обратной стороне свидетельства записываются результаты поверки.

10.3 Параметры, определенные при поверке, заносят в формуляр на прибор.

10.4 В случае отрицательных результатов поверки применение прибора запрещается и на него выдается извещение о непригодности его к применению с указанием причин.

Инв. № подл.	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Подп. и дата																												
	Взамен инв. №					Инв. № дубл.																												
Изм.					Лист					№ докум.					Подп.					Дата					ЯКУР. 468732.022РЭ1					Лист				
																									16									

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	Номер документа	Входящий номер сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата