

УТВЕРЖДАЮ

1551

Начальник ГЦИ СИ «Воентест»

32 БНИИ МО РФ



А.Ю. Кузин

« 4 » 03 2008 г.

ИНСТРУКЦИЯ

**ИЗМЕРИТЕЛИ КОЭФФИЦИЕНТА ШУМА
N8972A, N8973A, N8974A, N8975A
ФИРМЫ «Agilent Technologies», Малайзия**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г. Мытищи,
2007 г.

1 Общие сведения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на измерители коэффициента шума N8972A, N8973A, N8974A, N8975A (далее по тексту – ИКШ) фирмы «Agilent Technologies», Малайзия, и устанавливает методы и средства первичной, периодической и внеочередной поверок.

1.2 Периодическая поверка ИКШ должна проводиться 1 раз в год.

2 Операции поверки

2.1 Перед проведением поверки ИКШ должен быть прогрет в течение не менее 1 часа. Время прогрева средств поверки установлено в соответствующих эксплуатационных документах.

2.2 Метрологические характеристики ИКШ, подлежащие поверке, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Операции поверки	Номер пункта методики	Обязательность поверки параметров		
		первичная поверка		периодическая поверка
		при покупке	после ремонта	
1. Внешний осмотр	8.1	да	да	да
2. Опробование	8.2	да	да	да
3. Определение метрологических характеристик	8.3			
3.1. Определение присоединительных размеров коаксиального соединителя	8.3.1	да	да	нет
3.2. Определение погрешности установки частоты опорного источника 10 МГц	8.3.2	да	да	да
3.3. Определение КСВН входа «INPUT 50 Ω»	8.3.3	да	да	да
3.4. Определение погрешности установки частоты внутреннего синтезатора	8.3.4	да	да	да
3.5. Определение напряжения для питания генератора шума на выходе «NOISE SOURCE DRIVE OUTPUT»	8.3.5	да	да	да
3.6. Определение погрешности измерений коэффициента шума	8.3.6	да	да	да
3.7. Определение погрешности измерений коэффициента передачи	8.3.7	да	да	да
3.8. Определение собственного коэффициента шума измерителя	8.3.8	да	да	да
3.8. Определение рабочего диапазона частот ИКШ	8.3.9	да	да	нет

3 Средства поверки

3.1 Рекомендуемые средства поверки приведены в таблице 2.

Вместо указанных в таблице 2 средств поверки допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой погрешностью.

3.2 Все средства поверки должны быть исправны, применяемые при поверке средства измерений поверены и иметь свидетельства о поверке или оттиск поверительного клейма на приборе или технической документации.

Таблица 2

Наименование средств поверки	Требуемые технические характеристики средств поверки		Примечание
	пределы измерений	погрешность	
Частотомер электронно-счетный ЧЗ-64	от 0,005 Гц до 1500 МГц	$\pm 5 \times 10^{-7}$ /год	
Вольтметр В7-54/2	от 1 мкВ до 1000 В	$\pm [0,002\%U + 2\text{мВ}]$	
Установка высшей точности единиц комплексного коэффициента передачи и отражения в коаксиальных и волноводных трактах в диапазонах от 10 МГц до 50 ГГц и от 75 до 170 ГГц (векторный анализатор цепей E8364B)	от 10 МГц до 50 ГГц	от 1 до 5 %	
Установка высшей точности единиц комплексного коэффициента передачи и отражения в коаксиальных и волноводных трактах в диапазонах от 10 МГц до 50 ГГц и от 75 до 170 ГГц (генератор СВЧ сигналов E8257D с опцией 550)	от 250 кГц до 26,5 ГГц	$\pm 4,5 \times 10^{-9}$ /сутки	
Комплект для измерений соединителей коаксиальных КИСК-3,5		$\pm 0,006$ мм	
Комплект для измерений соединителей коаксиальных КИСК-7		$\pm 0,02$ мм	
Аттенюатор программируемый ВМ-577А	от 0 до 125 дБ	$\pm 0,15$ дБ	
Генератор шума N4002A	от 0,01 до 1,5 ГГц от 1,5 до 7,0 ГГц от 7,0 до 18,0 ГГц от 18,0 до 26,5 ГГц	$\pm 0,15$ дБ $\pm 0,13$ дБ $\pm 0,15$ дБ $\pm 0,22$ дБ	

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 Поверка должна осуществляться лицами, аттестованными в качестве поверителей в порядке, установленном порядком.

5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответ-

вии с ГОСТ 12.3.019-80 и технической документацией на применяемые при поверке средства измерений и вспомогательное оборудование.

6 Условия поверки

Температура окружающего воздуха, °С	20 ± 5
Относительная влажность воздуха, %	65 ± 15
Атмосферное давление, кПа	100 ± 4

7 Подготовка к поверке

7.1 Поверитель должен изучить техническую документацию фирмы-изготовителя поверяемого ИКШ и инструкцию по эксплуатации используемых средств поверки.

7.2 Перед проведением операций поверки необходимо:

Провести (если необходимо) расконсервацию и техническое обслуживание прибора, проверить исправность кабелей и соединительных шнуров, провести внешний осмотр ИКШ, убедиться в отсутствии механических повреждений и неисправностей;

проверить комплектность поверяемого ИКШ для проведения поверки (наличие шнуров питания, измерительных шнуров и пр.);

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

подготовить ИКШ, средства измерений и вспомогательное оборудование к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

Внешним осмотром должно быть установлено соответствие ИКШ требованиям технической документации фирмы-изготовителя. Проверяют отсутствие механических повреждений и ослабления элементов конструкции, четкость обозначений, чистоту и исправность разъемов и гнезд, наличие и целостность печатей и пломб.

Приборы, имеющие дефекты (механические повреждения), дальнейшей поверке не подвергаются, бракуются и направляются в ремонт.

8.2 Проверка работоспособности

При проверке работоспособности убедиться в положительных результатах самоконтроля ИКШ при включении питания, возможности переключения режимов измерений, калибровки, а также отображение на индикаторе прибора результатов измерений при подаче мощности СВЧ от синтезатора частоты. Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если по указанным позициям ИКШ соответствует требованиям технической документации.

Результаты опробования считаются положительными, если проверка на работоспособность прошла успешно, в противном случае прибор бракуется и отправляется в ремонт.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение присоединительных размеров коаксиального соединителя.

Соответствие присоединительных размеров коаксиального соединителя входа «INPUT 50 Ω» ИКШ определяют сличением основных размеров с указанными в ГОСТ РВ.51914-2002 (с использованием комплектов КИСК – 3,5 и КИСК – 7). Присоединительные размеры должны со-

ответствовать:

типу 3,5 мм (вилка) по ГОСТ РВ.51914-2002 для N8974A и N8975A;
N - типу (розетка) по ГОСТ РВ.51914-2002 для N8972A и N89753.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если присоединительные размеры коаксиального соединителя соответствуют типу 3,5 мм (вилка) и N - типу (розетка) по ГОСТ РВ.51914-2002.

8.3.2 Определение погрешности частоты опорного источника 10 МГц

1. Собрать схему согласно рисунку 1.
 2. Убедиться, что ИКШ находится в режиме синхронизации от внутреннего источника опорной частоты 10 МГц. Если на экране появляется сообщение «Ext ref», отсоединить внешний источник от гнезда «10 МГц Ref».
 3. Убедиться, что начальные установки соответствуют установкам фирмы-изготовителя, для чего нажать клавишу SYSTEM, пункт меню MORE, затем установить POWER ON в положение PRESET а, PRESET в положение FACTORY.
 4. Нажать клавишу PRESET. Подождать, пока установленная процедура не завершится.
 5. Установить на частотомере время счета 10 секунд.
 6. Когда показания частотомера стабилизируются, записать полученное значение частоты f_1 с разрешением 0,1 Гц в табл.3. Рассчитать погрешность частоты опорного источника 10 МГц как разность между номинальным значением и результатом измерений.
- Результаты поверки считать удовлетворительными, если величина абсолютной погрешности частоты опорного источника ИКШ находится в пределах ± 20 Гц.

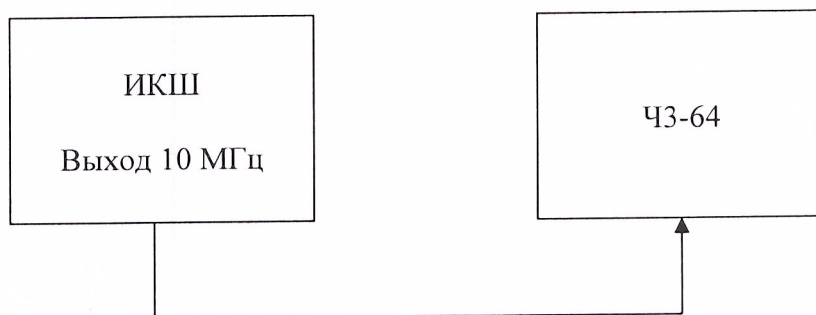


Рисунок 1

7. В режиме «точно» (FINE) увеличить значение счетчика цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) ИКШ на единицу от его начального значения. Для этого нажать клавишу SYSTEM, дважды пункт меню MORE. Выбрать SERVICE. Выбрать пункт меню ENTER PASSWORD. Ввести сервисный пароль «-2010», нажать ENTER. Ввести пункты меню SERVICE, TIME BASE и FINE. С помощью цифровых клавиш установить значение FINE на единицу больше, чем первоначальная величина.
8. Когда показания частотомера стабилизируются, записать значение частоты f_2 с разрешением 0,1 Гц в табл.3.
9. В режиме «точно» (FINE) уменьшить значение счетчика ЦАП ИКШ на единицу, чтобы вернуться к его начальному значению, указанному в пункте 6. Затем снова уменьшить значение счетчика на единицу.
10. Когда показания частотомера стабилизируются, записать значение частоты f_3 с разрешением 0,1 Гц в табл.3.
11. Нажать клавишу PRESET, чтобы вернуть установки ЦАП ИКШ к их начальным значениям.
12. При помощи формул, указанных в табл. 3, рассчитать положительное и отрицательное изменение частоты. Сравнить полученные данные. Наибольшее из значений внести в табл. 3 как максимальное изменение частоты $\max\{\Delta f +, \Delta f -\}$.

13. Разделить максимальное изменение частоты на 2, и полученное значение записать в таблицу как предел погрешности Δf регулировки частоты опорного генератора ИКШ.

14. Показание частотомера f_1 , с разрешением 0,1 Гц, считается фактическим значением частоты опорного источника ИКШ 10 МГц.

15. Результаты поверки считаются удовлетворительными, если значение Δf находится в пределах ± 5 Гц.

Таблица 3

Описание	Значение параметра
f_1	
f_2	
f_3	
$\Delta f_+ = f_2 - f_1$	
$\Delta f_- = f_1 - f_3$	
$\max\{\Delta f_+, \Delta f_-\}$	
$\Delta f = \max\{\Delta f_+, \Delta f_-\}/2$	

16. После определения величины абсолютной погрешности частоты опорного источника ИКШ, проведите установку его частоты с погрешностью в пределах ± 5 Гц.

17. Подстройка частоты опорного источника осуществляется путем ввода в измеритель значения погрешности, рассчитанная как разность между номинальным значением частоты опорного источника и результатом измерений частоты f_1 . Если полученное значение погрешности отрицательное, то необходимо уменьшать значения «COARSE» и «FINE»; если значение погрешности положительное, то необходимо увеличивать значения «COARSE» и «FINE». Шаг дискретизации регулировок «COARSE» и «FINE» указан в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Регулировка	Шаг дискретизации, Гц
«COARSE»	7
«FINE»	1

18. В режиме «точно» (FINE) увеличить (уменьшить) значение счетчика ЦАП ИКШ на рассчитанное значение от его начального значения. Для этого нажать клавишу SYSTEM, дважды пункт меню MORE. Выбрать SERVICE. Выбрать пункт меню ENTER PASSWORD. Ввести сервисный пароль «-2010», нажать ENTER. Ввести пункты меню SERVICE, TIME BASE и FINE. С помощью цифровых клавиш установить значение FINE на рассчитанное значение.

19. В режиме «грубо» (COARSE) увеличить (уменьшить) значение счетчика ЦАП ИКШ на рассчитанное значение от его начального значения. Для этого нажать клавишу SYSTEM, дважды пункт меню MORE. Выбрать SERVICE. Выбрать пункт меню ENTER PASSWORD. Ввести сервисный пароль «-2010», нажать ENTER. Ввести пункты меню SERVICE, TIME BASE и FINE. С помощью цифровых клавиш установить значение COARSE на рассчитанное значение.

20. Нажмите SAVE в подменю TIME BASE, для запоминания нового его значения.

21. Нажать клавишу PRESET.

22. После установки частоты опорного источника проверьте погрешность частоты опорного (разность между номинальным значением частоты опорного источника и новым результатом измерений частоты f_1) источника 10 МГц, она должна быть в пределах ± 5 Гц.

8.3.3 Определение КСВН входа «INPUT 50 Ω»

Определение КСВН ИКШ осуществляется в его обесточенном состоянии.

Соединить кабелем исследуемый измерительный порт ИКШ с входом E8364B из состава установки высшей точности единиц комплексных коэффициента передачи и отражения в коаксиальных и волноводных трактах в диапазонах 10 МГц-50 ГГц и 75 ГГц-170 ГГц и измерить значение КСВН. Измерения в диапазоне частот от 0,01 до 26,5 ГГц повторить 2...3 раза с перестыковкой измерительного кабеля, занести полученные значения отсчетов КСВН в табл. 4.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если результаты измерений КСВН не превышают максимально допустимых значений табл.4.

Таблица 4

Частота, ГГц	КСВН выхода ИКШ	
	Максимальное значение результатов измерений	Максимальное допустимое значение
от 0,01 до 0,5		1,6
от 0,5 до 1,0		1,8
от 1,0 до 1,5		1,9
от 1,5 до 3,0		1,8
от 3,0 до 6,7		1,3
от 6,7 до 20,0		2,1
от 20,0 до 26,5		2,4

8.3.4 Определение погрешности установки частоты внутреннего синтезатора

1. Собрать схему согласно рисунку 2.

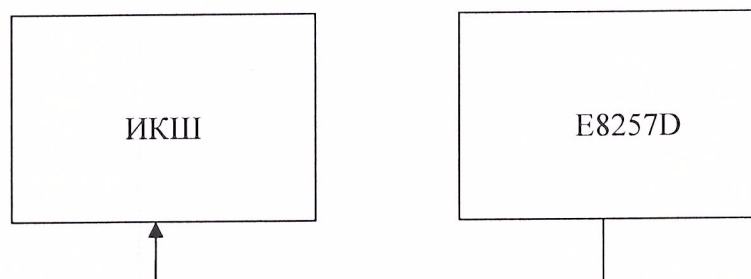


Рисунок 2

2. Установить на генераторе сигналов уровень мощности на выходе минус 20 дБм, первую частоту, указанную в форме протокола (см. табл.5).

3. Настроить ИКШ следующим образом:

убедиться, что начальные установки соответствуют установкам фирмы-изготовителя, для чего нажать клавишу SYSTEM, пункт меню MORE, затем установить POWER ON в положение PRESET а, PRESET в положение FACTORY;

нажать кнопку PRESET и дождаться завершения процедуры установки;

установить режим измерений Phot, для чего нажать клавишу RESULT и пункт меню Phot ;

выбрать режим одного дисплея Phot, нажав соответствующую клавишу;

установить перестройку частоты в режим однократного запуска нажатием клавиши SWEEP и SWEEP MODE: SINGLE;

здать режим качания частоты нажатием клавиши FREQUENCY/ POINTS и выбором пунктов

меню **FREQ MODE** и **SWEEP**;

здать число точек измерений, равное 201 нажатием клавиши **FREQUENCY/ POINTS** и выбором **MORE, POINTS, 201** и **ENTER**;

установить линейный масштаб измерений нажатием клавиши **SCALE** и **UNITS LINEAR**;

здать коэффициент усиления промежуточной частоты (ПЧ) (нажать клавиши **SYSTEM** и выбрать **MORE, MORE** и **SERVICE**. Выбрать пункт меню **ENTER PASSWORD**. Ввести сервисный пароль «-2010» нажать **ENTER, SERVICE**, затем **IF TEST** и **FIXED IF GAIN (ON)**. Установить значение **IF GAIN VALUE**, равное 16 нажатием клавиш **IF GAIN VALUE, 16** и **ENTER**);

запустить режим настройки ЖИГ – фильтра, нажатием клавиш **SYSTEM, ALIGNMENT** и **ALIGN YTF**; дождаться завершения процедуры настройки.

4. Установить на ИКШ значение частоты 10 МГц нажатием клавиши **FREQUENCY/ POINTS** и выбором **CENTER FREQ, 10, MHz**;

значение **FREQUENCY SPAN**, равное 8 МГц нажатием клавиши **FREQUENCY/ POINTS** и выбором **FREQ SPAN, 8, MHz**;

ширину полосы пропускания, равную 4 МГц нажатием клавиши **AVERAGING/ BANDWIDTH** и выбором **BANDWIDTH, 4, MHz**.

7. Запустить режим измерения Phot в панораме ИКШ клавишей **RESTART**.

8. После завершения однократной развертки частоты установить на ИКШ режим автоматического выбора диапазона нажатием клавиш **SCALE** и **AUTOSCALE**.

9. Получить результаты измерения Phot в табличном виде нажатием клавиши **FORMAT** и выбором **TABLE**. Для просмотра результатов использовать клавиши под дисплеем.

Для сохранения данных на диске:

вставить диск в дисковод А и, нажав клавишу **FILE** выбрать **SAVE** и **TRACE**;

убедиться, что в качестве запоминающего устройства выбран дисковод А;

ввести имя файла или использовать имя по умолчанию и, нажав **ENTER**, сохранить его на диске А.

Записанные данные могут использоваться в дальнейших приложениях.

10. По формуле:

$$\Delta f = f_{ц} - f_{н},$$

где $f_{н}$ – номинальное значение настраиваемой частоты,

$f_{ц}$ - центральная частота,

вычислить значение погрешности установки частоты Δf .

При использовании средств Microsoft Excel значение $f_{ц}$ определяется следующим образом:

открыть Excel;

открыть файл с расширением .csv с диска А;

увеличить ширину колонок, чтобы рассмотреть данные более точно.

ввести в ячейку D1 формулу: $D1 = \text{СУММА}(B\$1:B1)$ и скопировать эту формулу в ячейки D2-D201;

ввести в ячейку D202 формулу: $D202 = D201/2$. Полученный результат является значением половинной мощности;

найти в ячейках D1-D201 значение, максимально приближенное к значению в ячейке D202. Частота соответствующая этому значению будет определяемой центральной частотой $f_{ц}$.

Записать полученное значение $f_{ц}$ в табл. 5.

11. Повторить пункты 4-12, указанные выше, для значений частот, записанных в таблице протокола. Убедиться, что разница между номинальным и измеренным значениями частоты не превышает заявленных погрешности, нормированной для ИКШ.

12. Возвратить в исходное состояние коэффициент усиления ПЧ нажатием клавиши **SYSTEM** и выбором **MORE, MORE** и **SERVICE**. Ввести сервисный пароль «-2010», нажать **ENTER, SERVICE**, затем - **IF TEST** и **FIXED IF GAIN (OFF)**.

13 Повторить измерения для остальных частот, указанных в таблице 5.

14. Результаты поверки считать удовлетворительными, если погрешность установки частоты

Δf , находится в пределах ± 100 кГц в диапазоне от 10 МГц до 3 ГГц и ± 400 кГц в диапазоне от 3 ГГц до 26,5 ГГц.

Таблица 5

f_n , МГц	f_c , МГц	Δf , кГц	Максимально допустимое значение, Δf , кГц
15			± 100 кГц
495			± 100 кГц
1495			± 100 кГц
1995			± 100 кГц
2995			± 100 кГц
3995			± 400 кГц
4995			± 400 кГц
5995			± 400 кГц
14995			± 400 кГц
26495			± 400 кГц

8.3.5 Определение напряжения для питания генератора шума на выходе «NOISE SOURCE DRIVE OUTPUT»

1. Собрать схему согласно рисунку 3.
2. Установить на вольтметре В7-54/2 режим измерений постоянного напряжения.
3. Убедиться, что начальные установки соответствуют установкам фирмы-изготовителя, для чего нажать клавишу SYSTEM, пункт меню MORE, затем установить POWER ON в положение PRESET а, PRESET в положение FACTORY.
4. На ИКШ нажать клавишу PRESET и подождать завершения процедуры установки.
5. Установить перестройку частоты в режим однократного запуска нажатием клавиши SWEEP и SWEEP MODE (SINGLE).
6. Задать режим выключенного состояния генератора шума нажатием клавиши SYSTEM и выбором MORE, MORE и SERVICE. Выбрать пункт меню ENTER PASSWORD. Ввести сервисный пароль «-2010», нажать ENTER, SERVICE и NOISE SOURCE OFF.

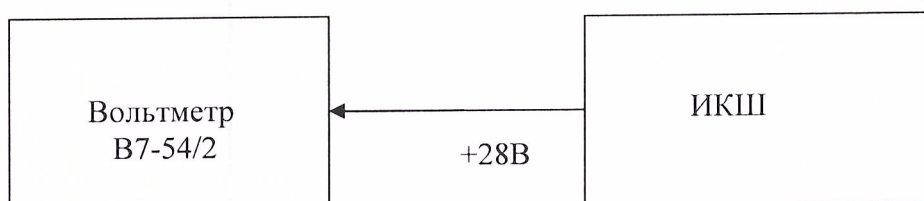


Рисунок 3

7. Записать показание вольтметра В7-54/2 в протокол (оно соответствует значениям напряжения источника питания в выключенном состоянии генератора шума).
8. Задать режим включенного состояния генератора шума нажатием клавиши SYSTEM и выбором MORE, MORE и SERVICE. Нажать пункт меню ENTER PASSWORD. Ввести сервисный пароль «-2010», нажать ENTER, SERVICE и NOISE SOURCE ON.
9. Записать показание вольтметра В7-54/2 в протокол (оно соответствует значению напряжения источника питания при включенном состоянии генератора шума).

10. Нажать клавишу PRESET для возвращения ИКШ в исходное состояние.

11. Результаты поверки считать удовлетворительными, если значение напряжения питания при выключенном состоянии генератора шума составляет величину, меньшую чем 1,0 В, а величина напряжения питания при включенном генераторе шума находится в пределах $28 \pm 0,1$ В.

8.3.6 Определение погрешности измерений коэффициента шума

1. Собрать схему согласно рисунку 4.

2. Установить на генераторе сигналов:

частоту 50 МГц, уровень мощности на выходе минус 54 дБм.

3. Установить на аттенюаторе значение ослабления 0 дБ.

4. Настроить ИКШ следующим образом:

убедиться, что начальные установки соответствуют установкам фирмы-изготовителя, для чего нажать клавишу SYSTEM, пункт меню MORE, затем установить POWER ON в положение PRESET а, PRESET в положение FACTORY;

нажать кнопку PRESET и подождать завершения процедуры установки;

установить режим измерений Phot, для чего нажать клавишу RESULT и пункт меню Phot ;

установить перестройку частоты в режим однократного запуска нажатием клавиши SWEEP и SWEEP MODE (SINGLE);

здать режим качания частоты нажатием клавиши FREQUENCY/ POINTS и выбором пунктов меню FREQ MODE и SWEEP;

установить на ИКШ частоту 50 МГц нажатием клавиши FREQUENCY/ POINTS и выбором пунктов меню FIXED FREQ, 50, MHz;

установить режим усреднения 101 нажатием клавиши AVERAGING/BANDWIDTH и выбором пунктов меню AVERAGE MODE (POINT), AVERAGES, 101, ENTER, AVERAGING ON;

выбрать вид отображения результатов в режиме измерений (нажать клавишу FORMAT, выбрать пункт меню FORMAT и METER);

здать коэффициент усиления ПЧ равный 16 (нажать клавишу SYSTEM, выбрать пункт меню MORE, MORE и SERVICE. Выбрать пункт меню ENTER PASSWORD. Ввести сервисный пароль «-2010», нажать ENTER, SERVICE, затем IF TEST и FIXED IF GAIN (ON). Установить значение IF GAIN VALUE, равное 16 нажатием клавиш IF GAIN VALUE, 16, ENTER);

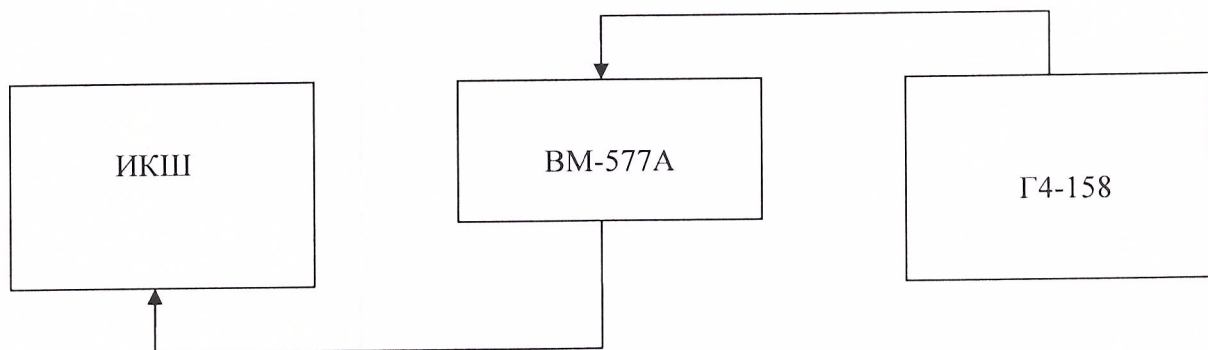


Рисунок 4

5. Запустить панорамный режим измерений Phot ИКШ клавишей RESTART.

6. Записать результат измерений Phot в табл.5 и 6.

7. Изменяя ослабление аттенюатора на единицу от 1 до 11 дБ и, нажимая клавишу RESTART, зарегистрировать в табл.6 значения Phot для уровней от минус 55 до минус 65 дБм.

8. Установить уровень мощности на выходе генератора сигналов минус 65 дБм.

9. Установить на аттенюаторе значение ослабления 0 дБ и запустить панорамный режим измерений Phot ИКШ клавишей RESTART.

10. Записать результат измерений Phot в табл.6 для уровня минус 65 дБм.

11. Изменяя шаг аттенюатора на единицу от 1 до 4 дБ и, нажимая клавишу RESTART, зарегистрировать в табл.6 значения P_{hot} для уровней от минус 65 до минус 69 дБм.

12. Возвратить в исходное состояние значение коэффициента усиления ПЧ нажатием клавиши SYSTEM и выбором MORE, MORE и SERVICE. Выбрать пункт меню ENTER PASSWORD. Ввести сервисный пароль «-2010», нажать ENTER, SERVICE, затем – IF TEST и FIXED IF GAIN (OFF).

13. Записать в таблице 6 паспортные значения ослабления A_n данного пошагового аттенюатора как фактические значения ослабления A_{ϕ} , используя следующие формулы:

$$A_{\phi(0,125)} = A_{n(1)}/8;$$

$$A_{\phi(0,5)} = A_{n(1)}/2 ;$$

$$A_{\phi(1-11)} = A_{n(1-11)} ;$$

$$A_{\phi(12-15)} = A_{n(1-4)} + 11 \text{ дБ};$$

где индекс, заключенный в скобки, означает значение ослабления аттенюатора в дБ.

14. Используя формулы:

$$A_{и(0,125)} = A_{и(1)}/8;$$

$$A_{и(0,5)} = A_{и(1)}/2;$$

$$A_{и(1-11)} = A_{и(-54)} - A_{и(-55- -65)};$$

$$A_{и(12-15)} = A_{и(-65)} - A_{и(-66- -69)} + 11 \text{ дБ},$$

вычислить значения ослабления аттенюатора $A_{и}$, измеренные с помощью ИКШ, и записать их в табл.5 и 6.

15. Используя фактические и измеренные значения ослабления, вычислить фактическое N_{ϕ} и измеренное $N_{и}$ значения коэффициента шума в дБ по следующим формулам:

для генераторов шума с уровнем СПМШ от 4,5 до 6,5 дБ:

$$N_{\phi} = 5 - 10\text{LOG} (10^{A_{\phi}/10} - 1);$$

$$N_{и} = 5 - 10\text{LOG} (10^{A_{и}/10} - 1);$$

для генераторов шума с уровнем СПМШ от 14 до 16 дБ:

$$N_{\phi} = 15 - 10\text{LOG} (10^{A_{\phi}/10} - 1);$$

$$N_{и} = 15 - 10\text{LOG} (10^{A_{и}/10} - 1).$$

Таблица 5

Значение аттенюатора, дБ	Выходная мощность, дБм	Значение P_{hot} , дБ	Ослабление, дБ	Фактическое ослабление A_{ϕ} , дБ	Измеренное ослабление $A_{и}$, дБ	Динамический диапазон ИКШ, дБ
0	минус 54					0-20
---	---	---	0,125			
---	---	---	0,5			
1	минус 55		1			
2	минус 56		2			
3	минус 57		3			
4	минус 58		4			
5	минус 59		5			
6	минус 60		6			

Таблица 6

Значение аттенюатора, дБ	Выходная мощность, дБм	Значение P_{hot} , дБ	Ослабление, дБ	Фактическое ослабление A_f , дБ	Измеренное ослабление A_i , дБ	Динамический диапазон ИКШ, дБ
0	минус 54					от 0 до 30
---	---	---	0,125			
---	---	---	0,5			
1	минус 55		1			
2	минус 56		2			
3	минус 57		3			
4	минус 58		4			
5	минус 59		5			
6	минус 60		6			
7	минус 61		7			
8	минус 62		8			
9	минус 63		9			
10	минус 64		10			
11	минус 65		11			
0	минус 65		11			
1	минус 66		12			
2	минус 67		13			
3	минус 68		14			
4	минус 69		15			

16. Рассчитать погрешность измерений коэффициента шума $\Delta kш$ для каждого диапазона измерений коэффициента шума по следующим формулам:

для генераторов шума с уровнем СПМШ от 4,5 до 6,5 дБ:

$$\Delta kш = Nф - Ni;$$

для генераторов шума с уровнем СПМШ от 14 до 16 дБ:

$$\Delta kш_{(0,125-11)} = Nф - Ni;$$

$$\Delta kш_{(12-15)} = Nф - Ni + 11.$$

17. Результаты поверки считать удовлетворительными, если для генераторов шума с уровнем СПМШ от 4,5 до 6,5 дБ и от 14 до 16 дБ погрешность измерений коэффициента шума $\Delta kш$ для N8972A находится в пределах $\pm 0,1$ дБ, а для N8973A, N8974A, N8975A находится в пределах $\pm 0,05$ дБ для диапазона частот до 3 ГГц и в пределах $\pm 0,15$ дБ для диапазона частот свыше 3 ГГц.

8.3.7 Определение погрешности измерений коэффициента передачи

1. Собрать схему согласно рисунку 5.
2. Установить на генераторе сигналов: частоту 50 МГц, уровень мощности на выходе минус 46 дБм.

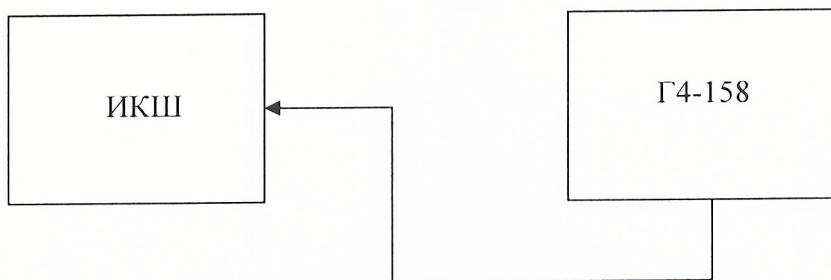


Рисунок 5

3. Убедиться, что начальные установки соответствуют установкам фирмы-изготовителя, для чего нажать клавишу SYSTEM, пункт меню MORE, затем установить POWER ON в положение PRESET a, PRESET в положение FACTORY.

4. Нажать клавишу PRESET и подождать завершения процедуры установки.

5. Перевести ИКШ в режим измерения на фиксированной частоте нажатием клавиш FREQUENCY/POINTS, FREQUENCY/MODE выбором FIXED.

6. Установить фиксированную частоту измерений на ИКШ нажатием клавиш FREQUENCY/POINTS, FIXED FREQUENCY, 50, MHz.

7. Запустить программу калибровки аттенюатора ИКШ нажатием клавиши SYSTEM и выбором MORE, MORE и SERVICE. Выбрать пункт меню ENTER PASSWORD. Ввести сервисный пароль «-2010», нажать ENTER, SERVICE, затем IF TEST и GAIN LIN TEST. Процедура калибровки занимает около 30 секунд.

8. Выбрать пункт меню GAIN LIN RESULTS, как только вышеупомянутая программа выполнится полностью. Использовать клавиши табуляции [| < —] или [— > |] ниже дисплея для просмотра результатов измерений. Записать относительные значения изменения коэффициента передачи $K_{отн}$, отображенные на индикаторе ИКШ в графе DELTA, в протокол (табл.7) напротив соответствующих индексов.

9. Выразить относительные значения изменения коэффициента передачи $K_{отн}$ в дБ:

$$K_{дБ} = 10 * \text{LOG } 10 (K_{отн (1-71)}).$$

10. Определить максимальное и минимальное значение изменения коэффициента передачи в каждом из 30 диапазонов, приведенных в табл.8:

$$K_{i}^{\max} = \max_{(i)} \{K_{дБ}\}, \quad i=1,40;$$

$$K_{i}^{\min} = \min_{(i)} \{K_{дБ}\}, \quad i=1,40,$$

а также разность указанных величин:

$$\Delta K_i = K_{i}^{\max} - K_{i}^{\min}.$$

11. Определить максимальное значение погрешности изменения коэффициента передачи по формуле:

$$\Delta K_{\max} = \max \{ \Delta K_i \}, \quad i=1,30.$$

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значение ΔK_{\max} находится в пределах $\pm 0,17$ дБ.

Таблица 7

№ п/п	К _{отн}	К _{дБ}
1		
...		
71		

Таблица 8

№ п/п	Значения индексов (в соответствии с табл.7)	K_i^{\max}	K_i^{\min}	ΔK_i
1	1-41			
2	2-42			
...	...			
30	30-70			

8.3.8 Определение собственного коэффициента шума измерителя

1. Собрать схему согласно рисунку 6.

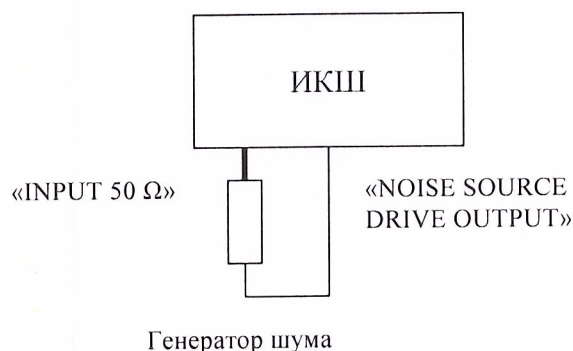


Рисунок 6

2. Убедиться, что начальные установки соответствуют установкам фирмы-изготовителя, для чего нажать клавишу SYSTEM, пункт меню MORE, затем установить POWER ON в положение PRESET а, PRESET в положение FACTORY.

3. Нажать клавишу PRESET и подождать завершения процедуры установки.

4. Ввести в ИКШ ENR генератора шума, с которым будут проводиться измерения (с дискеты для данного ГШ, либо из памяти ИКШ уже ранее сохраненных значений ENR данного ГШ).

5. Установить режим измерений коэффициента шума, для чего нажать клавишу RESULT и пункт меню NOISE FIGURE ;

установить режим одноэкранного дисплея, для чего нажать клавишу  ;

установить перестройку частоты в режим однократного запуска нажатием клавиши SWEEP и SWEEP MODE (SINGLE);

задать режим качания частоты нажатием клавиши FREQUENCY/ POINTS и выбором пунктов меню FREQ MODE и SWEEP;

установить на ИКШ начальную частоту 500 МГц нажатием клавиши FREQUENCY/ POINTS и выбором пунктов меню START, 500, MHz;

установить на ИКШ конечную частоту в зависимости от модификации ИКШ (1,5 ГГц для N8972A; 3 ГГц для N89743; 6,7 ГГц для N8974A; 26,5 ГГц для N8975A) нажатием клавиши FREQUENCY/ POINTS и выбором пунктов меню STOP, частота, GHz;

установить режим усреднения 401 нажатием клавиши AVERAGING/BANDWIDTH и выбором пунктов меню AVERAGE MODE (POINT), AVERAGES, 401, ENTER, AVERAGING ON;

для моделей N8974A, N8975A выполнить настройку ЖИГ – фильтра, нажатием клавиш SYSTEM, ALIGNMENT и ALIGN YTF; дождаться завершения процедуры настройки

запустить панорамный режим измерений собственного коэффициента шума ИКШ клавишей RESTART.

6. После завершения однократной развертки частоты установить на ИКШ режим автоматического выбора диапазона нажатием клавиш SCALE и AUTOSCALE.

7. Активизировать измерительный маркер нажатием клавиш MARKER, MARKER 1, STATE и NORMAL.

8. Установить первую частотную точку данного маркера нажатием клавиш 10, MHz. Записать показания коэффициента шума данного маркера в таблицу 9.

9. Повторить п.7,п.8, устанавливая маркер на следующую частотную точку. Записать показания коэффициента шума данного маркера в таблицу 9.

Таблица 9

Частота F, МГц	Измеренный КШ, дБ	Максимально допустимый собственный КШ измерителя (NF), дБ
1	2	3
10		$4,9 + [0,0025 \cdot F(\text{МГц})]$
60		$4,9 + [0,0025 \cdot F(\text{МГц})]$
100		$4,9 + [0,0025 \cdot F(\text{МГц})]$
500		$4,9 + [0,0025 \cdot F(\text{МГц})]$
600		$7,4 + [0,00135 \cdot F(\text{МГц})]$
1000		$7,4 + [0,00135 \cdot F(\text{МГц})]$
1500		$7,4 + [0,00135 \cdot F(\text{МГц})]$
2000		$7,4 + [0,00135 \cdot F(\text{МГц})]$
2400		$4,4 + [0,0015 \cdot F(\text{МГц})]$
3000		$4,4 + [0,0015 \cdot F(\text{МГц})]$
4000		12
5000		12
6000		12
7000		12
8000		12
9000		12
10000		12
11000		12
12000		12
13000		12
13300		16
14000		16
15000		16
16000		16
17000		16
18000		16
19000		16
20000		16
21000		16
22000		16
23000		16
24000		16
25000		16

26000		16
26500		16

Результаты поверки считать удовлетворительными, если измеренные значения коэффициента шума не превышают максимально допустимых значений собственный КШ измерителя столбца 3 таблицы 9.

8.3.9 Определение рабочего диапазона частот.

Рабочий диапазон частот ИКШ проверяется совместно с поверкой по пунктам 8.3.6, 8.3.7 8.3.8.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если результаты по пунктам 8.3.6, 8.3.7 8.3.8 удовлетворяют предъявленным требованиям.

9 Оформление результатов поверки

9.1 При положительных результатах поверки на ИКШ (техническую документацию) наносится оттиск поверительного клейма или выдается свидетельство установленной формы.

9.2 Параметры, определенные при первичной поверке, поверке после ремонта при необходимости заносят в техническую документацию.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки применение ИКШ запрещается, на него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин.

Начальник отдела ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИИ МО РФ



В. Воронов

Младший научный сотрудник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИИ МО РФ



А. Чадин