

1. Поверка модуля

184

1.1 Общие сведения

1.1.1 Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки Измерителя векторного VM1101 в соответствии с ПР50.2.006-94.

1.1.2 Поверка модуля проводится с интервалом один раз в два года.

1.1.3 Рекомендуемая норма времени на проведение поверки 6 ч.

1.2 Операции и средства поверки.

1.2.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции и применены рекомендуемые средства поверки, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта	Рекомендуемые средства поверки (наименование, тип)	Обязательность проведения операции при	
			первичной поверке	эксплуатации и хранении
Внешний осмотр, опробование.	1.6.2		да	да
Определение метрологических параметров:	1.6.4	Генератор сигналов высокочастотный Г4-176	да	да
			диапазон частот, пределы измерения входных сигналов;	да
пределы измерения разности фаз,	1.6.5	Калибратор фазы Ф1-4	да	да
разрешающей способности;	1.6.5		да	да
погрешности измерения разности фаз;	1.6.6		да	да

ЯНТИ.411155.001 РЭ1

Лист

Изм Лист N докум Подп Дата

4

Наименование операции	Номер пункта	Рекомендуемые средства поверки (наименование, тип)	Обязательность проведения операций при	
			первичной поверке	эксплуатации и хранении
погрешности измерения разности фаз при различных уровнях входных сигналов;	1.6.6	Аттенкуатор образцовый ступенчатый Д1-13А	да	да
	1.6.6.	Генератор сигналов высокочастотный Г4-176	да	да
	1.6.7	собственные шумы;	да	да
развязки между каналами;	1.6.8	Прибор для поверки вольтметров В1-16	да	да
	1.6.11	Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-22А	да	да
		Генератор сигналов высокочастотный Г4-176		
разрешающей способности, погрешности измерения отношения уровней;	1.6.9	Аттенкуатор образцовый ступенчатый Д1-13А	да	да
	1.6.10	Генератор сигналов высокочастотный Г4-176	да	да
	1.6.11	Генератор сигналов высокочастотный Г4-176		
КСВн входа	1.6.12	Измеритель КСВн панорамный Р2-102	да	да

Примечания:

1. Вместо указанных в таблице 1 средств поверки разрешается применять другие меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.

2. Средства измерений, используемые для поверки, должны быть исправны и поверены в соответствии с ПР50.2.006-94.

1.3. Требования к квалификации поверителей

1.3.1. Поверитель должен быть аттестован в соответствии с ПР50.2.012-94.

1.3.2. Квалификация поверителей предполагает умение их работать на персональной ЭВМ типа IBM PC и хорошие знания образцовой аппаратуры.

1.4. Требования безопасности при поверке.

1.4.1. Перед проведением поверки следует ознакомиться с разделом 2.1 РЭ.

1.5. Условия поверки и подготовки к ней.

1.5.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды $(293 \pm 5)^\circ\text{K}$, $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха $(65 \pm 15)\%$;
- атмосферное давление $(100 \pm 4)\text{kPa}$, $(750 \pm 30)\text{мм рт.ст.}$;
- напряжение питающей сети переменного тока частотой $(50 \pm 0,5)\text{Hz}$ и содержанием гармоник до 5% должно быть $(220 \pm 4,4)\text{V}$.

1.5.2. Подготовить модуль к работе в соответствии с разделом 2 РЭ.

1.6. Проведение поверки.

1.6.1. Поверка должна проводиться в соответствии с наименованиями операций, указанных в таблице 1.

1.6.2. При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие модуля следующим требованиям:

- комплектность модуля должна соответствовать таблице 1 (РЭ);
- на правой стороне в верхней части боковой крышки должны

3 | 307 | ЯНТИ.411155.001 | Лей | 8.07.02
Изм | Лист | N докум | Подп | Дата

ЯНТИ.411155.001 РЭ1

Лист

6

Бить пломбы представителя заказчика;

- внешний вид модуля должен соответствовать рисунку 1 (РЭ).

Модули, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

1.6.3. Подготавливают модуль к работе в соответствии с п.п. 2.4., 2.5., 3.1., 3.2., РЭ и проводят его опробование. По результатам опробования модуля в базовом блоке и без применения средств поверки неисправные модули бракуются и отправляются в ремонт.

1.6.4. Проверку работы модуля в диапазоне частот (п.1.5.1. РЭ) и пределах напряжений гармонического сигнала (п.1.5.7. РЭ) проводят следующим образом:

а) собрать схему электрическую подключения приборов (рисунок 1),

б) установить на виртуальной панели ДИАПАЗОН 1-4 МГц. Подать на входы модуля сигнал напряжением 100 мВ и частотой 1 МГц. Уровень сигнала установить по индикатору УРОВЕНЬ А. На виртуальной панели должна гореть надпись ЗАХВАТ ФАП;

в) повторить пункт б) при напряжениях 0,15 и 1000 мВ на частотах 1, 10, 100, 500, 1000 МГц. Индикатор ДИАПАЗОН МГц может быть установлен в положение, отличном от частоты входного сигнала.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если на проверяемых частотах и уровнях входных сигналов фиксируется "Захват ФАП".

1.6.5. Проверку пределов измерения разности фаз (п.1.5.2 РЭ), разрешающей способности цифрового индикатора модуля (п.1.5.3 РЭ), погрешности измерения разности фаз при уровнях сигнала порядка 100 мВ (1.5.4. РЭ) и 20%-го производственно-эксплуатационного запаса по погрешности измерения разности фаз (п.1.5.16.РЭ) проводят следующим образом:

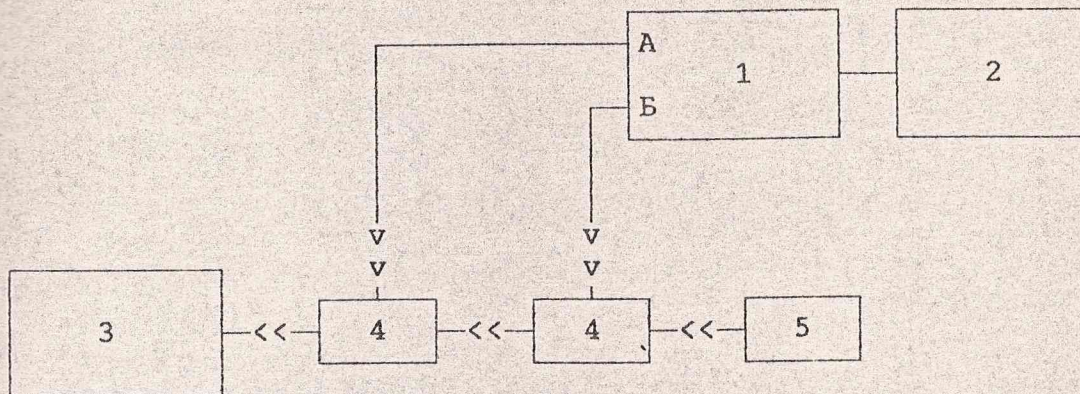
а) собирают схему электрическую подключения приборов (рисунок 2);

3 | зам | ЯНТИ БКА | Лец | 2010 | 24
Изм | Лист | N докум | Подп | Дата |

ЯНТИ.411155.001 РЭ1

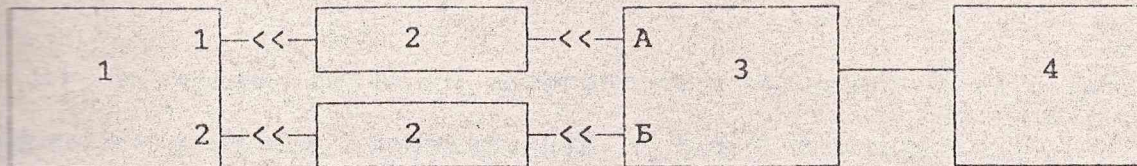
Лист

7



1. Проверяемый модуль VM1101
2. Базовый блок ЯНТИ.469133.014 с контроллером щели "0" ЯНТИ.431295.013
3. Генератор сигналов высокочастотный Г4-176
4. Тройник ЕЭ2.246.117 из комплекта VM1101
5. Нагрузка согласованная ЯНТИ.468548.042 из комплекта VM1101

Рисунок 1 - Схема электрическая подключения приборов для проверки диапазона частот модуля и пределов измерения напряжения гармонического сигнала



1. Калибратор фазы Ф1-4
2. Переход Е95.433.894 из комплекта VM1101
3. Проверяемый модуль VM1101
4. Базовый блок ЯНТИ.469133.014 с контроллером щели "0"
ЯНТИ.431295.013

Рисунок 2 - Схема электрическая подключения приборов для проверки погрешности измерения разности фаз при уровнях входных сигналов 100+50мВ.

б) подают с выходов калибратора фазы Ф1-4 на входы А и Б модуля сигналы частотой 1 МГц, фазой 0° и уровнем минус 20 дБ;

в) устанавливают на виртуальной панели ДИАПАЗОН 1-4 МГц ;

г) устанавливают по виртуальной панели для индикатора ФАЗА режим ОТНОСИТЕЛЬН ;

д) проводят измерения разности фаз при значениях, указанных в таблице 2 для калибратора фазы Ф1-4 ;

е) вычисляют значение погрешности измерения $\Delta\varphi_0 = |\varphi_{изм} - \varphi_{уст}|$ и заводят протокол, составленный по форме таблицы 2.

Таблица 2.

$\varphi_{уст}, \circ$	$\Delta\varphi_0 = \varphi_{изм} - \varphi_{уст} , \circ$	$\varphi_{уст}, \circ$	$\Delta\varphi_0 = \varphi_{изм} - \varphi_{уст} , \circ$
0		0	
30		-30	
60		-60	
90		-90	
120		-120	
150		-150	
180		-180	

Результаты проверки считают удовлетворительными, если при измерениях разности фаз в пределах от 0 до 180.0 и от 0 до минус 180.0, разрешающая способность цифрового индикатора разности фаз измерителя разности фаз не превышает 0,1°, погрешность измерения разности фаз при уровнях входных сигналов порядка 100 мВ не превышает 0,7° и 0.56° с учетом производственно-эксплуатационного запаса.

1.6.6 Определение погрешности измерения разности фаз при различных уровнях входных сигналов (п.1.5.5. РЭ) проводят по составляющим:

$\Delta\varphi_0$ - погрешность измерения разности фаз при равных уровнях входных сигналов;

$\Delta\varphi_{1A}, \Delta\varphi_{1B}$ - составляющие погрешности измерения разности фаз при высоких уровнях входных сигналов;

$\Delta\varphi_{2A}, \Delta\varphi_{2B}$ - составляющие погрешности измерения разности фаз при низких уровнях входных сигналов;

$\Delta\varphi_p$ - составляющая погрешности измерения разности фаз определяемая изоляцией между каналами.

1.6.6.1 Определение погрешности измерения разности фаз при уровнях входных сигналов порядка 100 мВ $\Delta\varphi_0$ проводят по методике п.1.6.5 или используют непосредственно результаты измерения п.1.6.5.

1.6.6.2 Определение составляющей погрешности измерения разности фаз при высоких уровнях входных сигналов $\Delta\varphi_{1A}$, $\Delta\varphi_{1B}$ (п.1.5.5. РЭ) проводят следующим образом:

- а) собирают схему электрическую подключения приборов (рисунок 3);
- б) устанавливают на частоте 100 МГц уровень сигнала 300 мВ по индикатору УРОВЕНЬ А виртуальной панели;
- в) устанавливают индикатор ФАЗА в режим ОТНОСИТЕЛЬН;
- г) повышают уровень выходного сигнала генератора на 10 дБ;
- д) записывают показания индикатора ФАЗА для $\Delta\varphi_{1A}$;
- е) повторяют операции пп.б)-д) на частотах и уровнях, указанных в таблице 3 ;

Таблица 3

Частота, МГц	Напряжение на входах модулей А и Б, мВ	$\Delta\varphi_{1A}, ^\circ$		$\Delta\varphi_{1B}, ^\circ$	
		по ТУ	измер.	по ТУ	измер.
1	300 - 1000	2		2	
100	300 - 1000	2		2	
300	100 - 300	2		2	
1000	30 - 100	2		2	

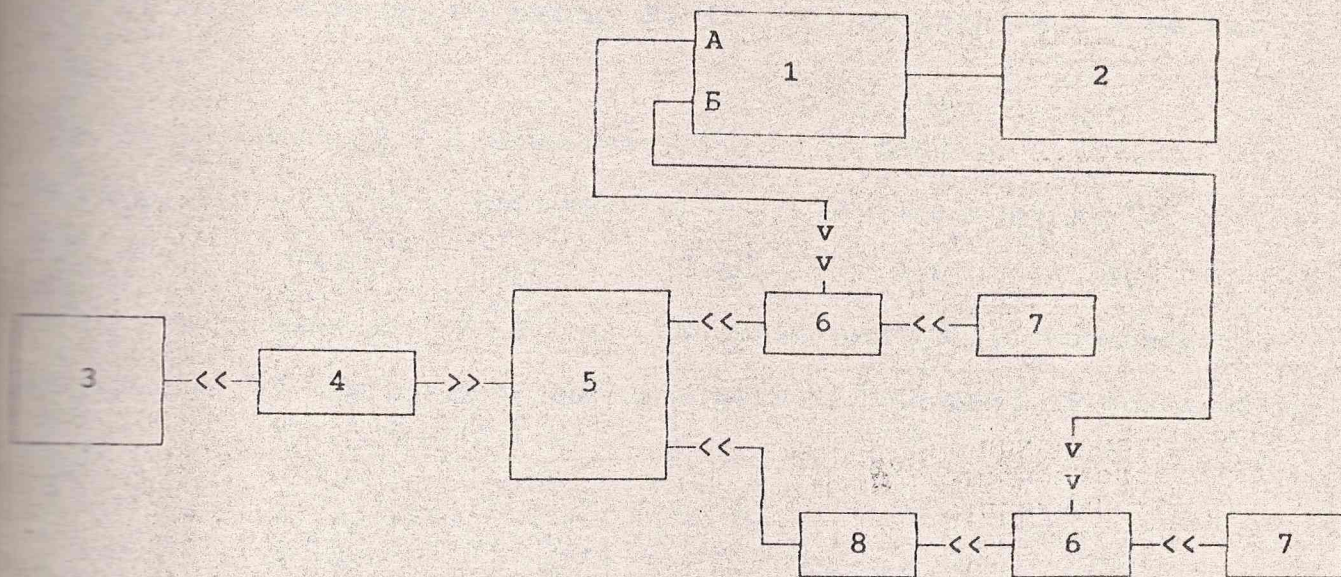
- ж) меняют местами входы каналов А и Б;
- з) повторяют операции пп.б)-е) на частотах 1, 100, 300, 1000 МГц при напряжениях на входе Б модуля соответственно 300, 100, 30 мВ для $\Delta\varphi_{1B}$

Результаты проверки считают удовлетворительными, если $\Delta\varphi_{1A}$, $\Delta\varphi_{1B}$ не превышают 2° .

3. 301 ЯНТИ.41155.001 РЭ1
 Изм. Лист. N докум. Подп. Дата.

ЯНТИ.41155.001 РЭ1

Лист
 11



1. Проверяемый модуль VM1101
2. Базовый блок ЯНТИ.469133.014 с контроллером щели "0" ЯНТИ.431295.013
3. Генератор сигналов высокочастотный Г4-176
4. Переход Э2-112/1
5. Делитель мощности 0-1 ГГц ЯНТИ.468512.014 из комплекта VM1101
6. Тройник ЕЭ2.246.117 из комплекта VM1101
7. Нагрузка согласованная ЯНТИ.468548.042 из комплекта VM1101
8. Атенуатор резистивный 10 дБ 2.243.157-03 из комплекта Р2-102

Рисунок 3 - Схема электрическая подключения приборов для проверки составляющей погрешности измерения разности фаз и отношения уровней при высоких напряжениях входного сигнала

2 Зам. ЯНТИ.6086 Лос. 7.30.01
 Изм. Лист N докум. Подп. Дата:

ЯНТИ.411155.001 РЭ1

Лист

12

1.6.6.3. Определение составляющих погрешности измерения разности фаз при низких уровнях входных сигналов $\Delta\varphi_{2A}$, $\Delta\varphi_{2B}$ (п.1.5.5. РЭ) проводят следующим образом:

а) собирают схему электрическую подключения приборов (рисунок 40);

б) устанавливают по выходу В1-16 уровень сигнала 2 В на частоте 1 МГц;

в) Измеряют φ_{2B} и вычисляют $\Delta\varphi_{2B}$ по формуле

$\Delta\varphi_{2B} = \varphi_{2B} - \varphi_{2B}$ (10 дБ) при ослаблениях M_1 аттенюатора Д1-13

-10, -20, -30, -40, -50, -60, -70

дБ (при ослаблениях -70, -80 значения $\Delta\varphi_{2B}$ определяют по формуле (3) как среднее значение десяти измерений за время порядка 10 с:

$$\Delta\varphi_{2B} = \sum_{i=1}^{10} \frac{\Delta\varphi_{2B i}}{10}; \quad (3)$$

г) меняют местами входы каналов А и Б модуля;

д) повторяют операцию п.в) при ослаблениях M_1 аттенюатора

Д1-13А -10, -20, -30, -40, -50, -60,

-70 дБ. $\Delta\varphi_{2A}$ определяют по формуле $\Delta\varphi_{2A} = \varphi_{2A} - \varphi_{2A}$ (10 дБ).

Таблица 4

Ni	мВ	1000	316	100	31,6	10	3,16	1	0,316	0,1
	дБ	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80
$\Delta\varphi_{2A}$, град										-
$\Delta\varphi_{2B}$, град										
Разрешение, град		-	-	-	-	0,1	-	-	-	-

Результаты проверки составляющих погрешности измерения при низких уровнях входных сигналов считаются удовлетворительными, если их значения не выходят за пределы, указанные в таблице 4. РЭ.

Изм Лист N докум Подп Дата

ЯНТИ.411155.001 РЭ1

Лист /3

1.6.6.4. Проверка выполнения требований по составляющей погрешности измерения разности фаз, определяемой развязкой между каналами, проводят измерением развязки между каналами (п.1.5.14 РЭ).

а) собирают схему электрическую подключения приборов (рисунок 53);

б) устанавливают на входе модуля канала А сигнал частотой 1 МГц и напряжением порядка 900 мВ, уровень сигнала контролируется по вольтметру модуля;

в) измеряют отношение уровней сигналов между каналами А и Б, являющееся мерой развязки;

г) повторяют операции пп.б), в) на частотах 100, 300, 600, 800, 1000 МГц ;

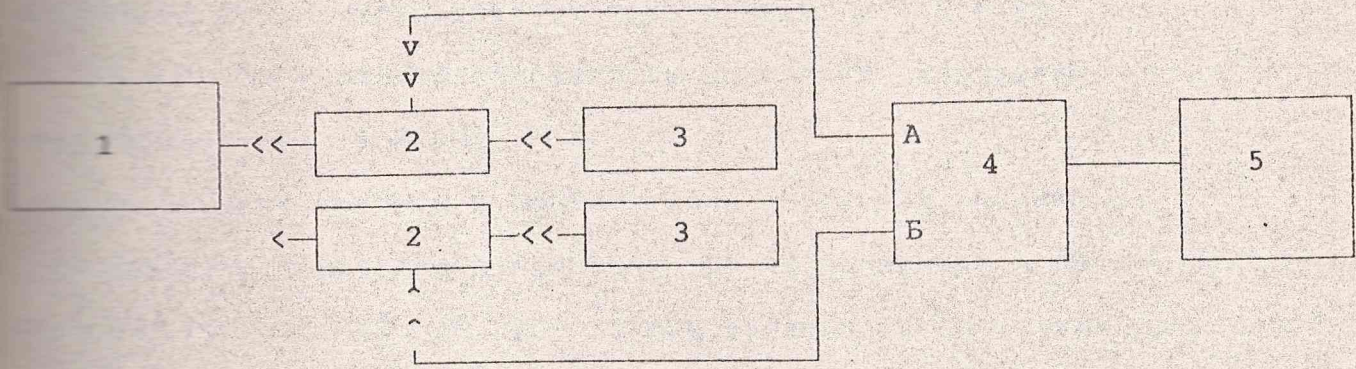
Таблица 5

Частота, МГц	1	100	300	600	800	1000
Развязка, дБ						

Результаты проверки считают удовлетворительными, если результаты измерений развязки модуля соответствует требованиям пп.1.5.14.РЭ.

Примечание: Допускается совмещение проведения проверки пп.1.5.4.РЭ, 1.5.5.РЭ, 1.5.14.РЭ (разность фаз) с проверкой п.1.5.13.РЭ (отношение уровней).

1.6.7. Проверку собственных шумов модуля (п.1.5.6.РЭ) проводят следующим образом:



1. Генератор сигналов высокочастотный Г4-176;
2. Тройник ЕЭ2.246.117 из комплекта VM1101
3. Нагрузка согласованная ЯНТИ.468548.042 из комплекта VM1101
4. Проверяемый модуль VM1101;
5. Базовый блок ЯНТИ.469133.014 с контроллером щели "0" ЯНТИ.431295.013; из комплекта VM1101

Рисунок 5 - Схема электрическая подключения приборов для проверки развязки между каналами модуля

а) подключают к входам модуля А и Б тройники и согласованные нагрузки ЯНТИ.468548.042 из комплекта модуля;

б) устанавливают положение "500-1040" индикатора ДИАПАЗОН ЧАСТОТЫ модуля;

в) записывают показание вольтметра модуля в каналах А и Б. Результаты проверки считают удовлетворительными, если измеренное напряжение шумов соответствует требованиям п.1.5.6.РЭ.

1.6.8. Определение погрешности измерения напряжения первой гармоники сигнала (п.1.5.8.РЭ).

а) подключают приборы в соответствии со схемой рисунка 6;

б) проводят измерения напряжения 100 мВ по каналу А (U_A) модуля на частотах 1, 3, 5, 10, 20, 30, 50 МГц таблица 6. Вычисляют погрешность измерения по формуле $(U_A/100-1)100\%$. Результаты вычислений записывают в таблицу по форме таблицы 6;

Таблица 6

Частота, МГц	1	3	5	10	20	30	50
$\Delta_A, \%$							
$\Delta_B, \%$							

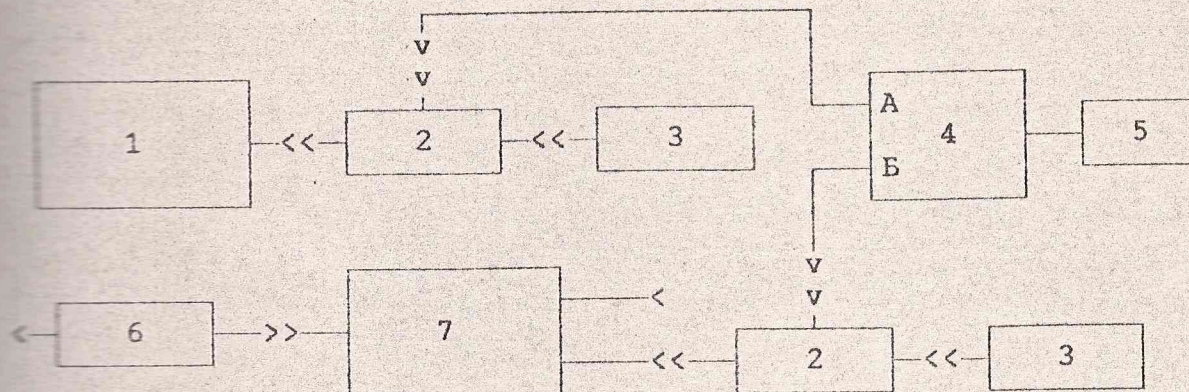
в) отключают тройник пробника 2 от выхода В1-16 и подключают его к выходу делителя мощности 7. Переход 6 подключают к выходу В1-16;

г) устанавливают в канале А уровень сигнала 100 мВ;

д) определяют погрешность измерения канала Б Δ_B модуля на частотах 1, 3, 5, 10, 20, 30, 50 МГц при уровне сигнала 100 мВ в соответствии с пунктом б);

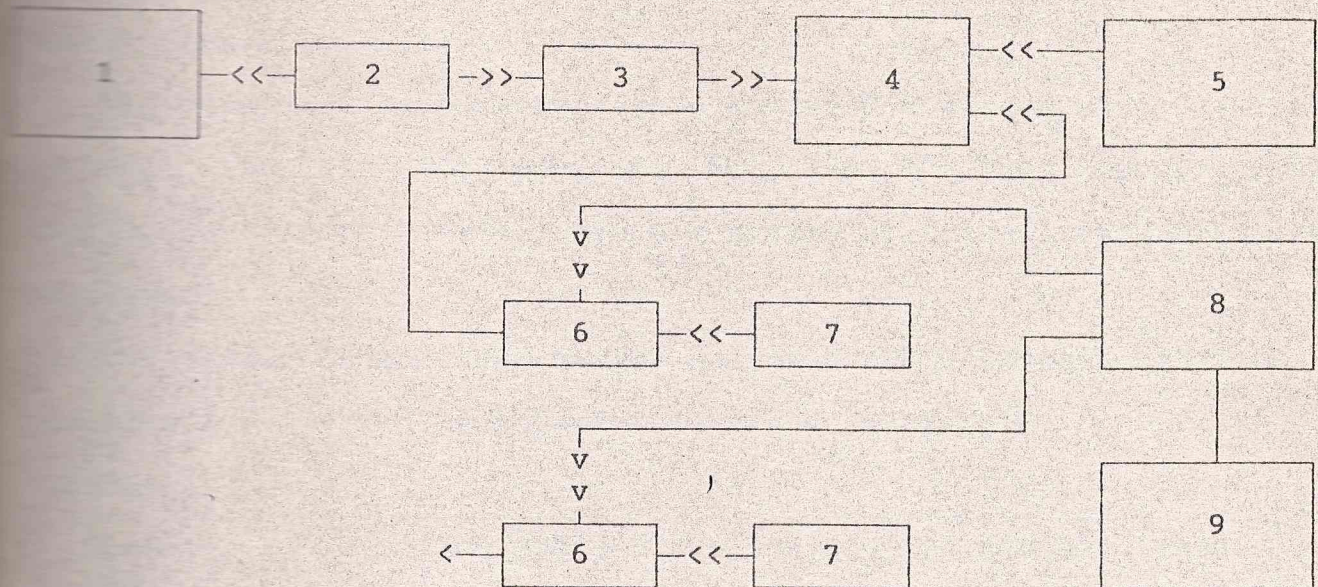
е) подключают приборы в соответствии со схемой рисунка 7;

ж) подают на вход ваттметра поглощаемой мощности МЗ-22А сигнал частотой 50 МГц и уровнем порядка 1 мВт и его запоминают;



1. Прибор для поверки вольтметров В1-16 ;
2. Тройник ЕЭ2.246.117 из комплекта VM1101
3. Нагрузка согласованная ЯНТИ.468548.042 из комплекта VM1101
4. Проверяемый модуль VM1101
5. Базовый блок ЯНТИ.469133.014 с контроллером щели, "0" ЯНТИ.431295.013
6. Переход Э2-112/1
7. Делитель мощности 0-1 ГГц ЯНТИ.468512.014

Рисунок 6 - Схема электрическая подключения приборов для проверки погрешности измерения напряжения 100 мВ в диапазоне частот 1-50 МГц



1. Генератор сигналов высокочастотный Г4-176
2. Переход Э2-112/1
3. Атенюатор ЕЭ2.243.075-03 из комплекта Р2-73
4. Делитель мощности 0-1ГГц ЯНТИ.468512.014 из комплекта VM1101
5. Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-22А
6. Тройник ЕЭ2.246.117 из комплекта VM1101
7. Нагрузка согласованная ЯНТИ.468548.042 из комплекта VM1101
8. Проверяемый модуль VM1101
9. Базовый блок ЯНТИ.469133.014 с контроллером шели "0" ЯНТИ.431295.013

Рисунок 7 - Схема электрическая подключения приборов для проверки погрешности измерения напряжения 223,4 мВ в диапазоне частот 50-1000 МГц

з) устанавливая частоты сигнала генератора Г4-176 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 МГц, запоминают уровень сигнала на входе МЗ-22А в милливаттах;

и) вычисляют уровень сигнала на входе МЗ-22А в милливольтках по формуле $U = 223,4 \sqrt{P}$ (мВт) на частотах измерений;

к) отключают от делителя мощности 4 ваттметр поглощаемой мощности и подключают этот выход делителя мощности ко входу Б модуля через тройник пробника 6;

л) измеряют уровень сигнала в канале Б модуля в мВ на частотах 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 МГц при уровне сигнала генератора Г4-176, что и в пункте з). Результаты измерения записывают;

м) меняют подключение входов модуля А и Б и выходов делителя мощности 4 местами и повторяют п.л) для А канала ;

Таблица 7

Частота, МГц		50	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Показание МЗ-22А	Р, мВт											
	U, мВ											
Показание ММ101	А, мВ											
	Б, мВ											
(А/У-1)	100%											
(Б/У-1)	100%											

н) вычисляют погрешности измерения уровней сигналов на входах канале А и Б. Результаты вычислений записывают в протокол, составленный по форме таблицы 7.

Результаты измерений считают удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают норм, установленных в пункте 1.5.8.РЭ.

Э.Э.М. ЯНТИ.411155.001 РЭ1
 Подп. Дата:

ЯНТИ.411155.001 РЭ1

Лист

20

1.5.9. Проверку разрешающей способности измерителя отношения уровней (п.1.5.11.РЭ) совмещают с проверкой погрешности измерения отношения уровней п.1.6 11.2.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если разрешающая способность измерителя отношений уровня не превышает 0.01 дБ.

1.5.10. Проверку пределов измерения отношения уровней (п.1.5.12.РЭ) совмещают с проверкой погрешности измерения отношения уровней (п.1.5.13.РЭ).

Результаты проверки считают удовлетворительными, если в пределах измерения уровней 80 дБ погрешность измерения не превышает требований, установленных в п.1.5.13.

1.5.11. Определение погрешности измерения отношения уровней сигналов (п.1.5.13) проводят косвенным образом по составляющим:

$\Delta_{A_{1B}}$, $\Delta_{A_{1B}}$ - составляющие погрешности измерения при высоких уровнях входных сигналов;

$\Delta_{A_{1B}}$, $\Delta_{A_{1B}}$ - составляющие погрешности измерения при низких уровнях входных сигналов;

Δ_{A_2} - составляющая погрешности измерения, определяемая изоляцией каналов модуля.

1.5.11.1 Определение погрешности измерения отношения уровней при высоких напряжениях входных сигналов (п.1.5.12.РЭ) $\Delta_{A_{1A}}$,

$\Delta_{A_{1B}}$ проводят следующим образом:

- а) повторяют операции п.1.6.6.2. а), б);
- б) записывают показания индикатора $(B/A)_1$;
- в) повышают уровень выходного сигнала генератора на 10 дБ;
- г) записывают показания индикатора $(B/A)_2$ и вычисляют разность

$\Delta_{A_{1B}}$ по формуле (4):

$$\Delta_{A_{1B}} = (B/A)_2 - (B/A)_1; \quad (4)$$

д) повторяют операции пп. а)-г) на частотах и начальных уровнях, указанных в таблице 8;

Таблица 9

мВ	кВ	1000	316	100	31,6	10	3,16	1	0,316	0,1
	дБ	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80
$\Delta A_{2A} - \Delta A_{2B}$, дБ										-
$\Delta A_{2B} - \Delta A_{2A}$, дБ										
Поправки, дБ		-	-	-	-	0,01	-	-	-	-

Результаты проверки считают удовлетворительными, если погрешности измерения отношения уровней ΔA_{2A} и ΔA_{2B} не выходят за пределы, указанные в в таблице 6 РЭ.

1.6.11.3 Проверка выполнения требований по составляющей погрешности измерения отношения уровней, определяемая развязкой между каналами, проводится по методике п.1.6.6.4.РЭ.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если результаты измерения развязки модуля соответствуют требованиям п.1.5.14.РЭ.

1.6.12. Проверку КСВн входов модуля (п.1.5.15:РЭ) проводят в диапазоне частот 20-1000 МГц с помощью прибора Р2-102 в соответствии с инструкцией по эксплуатации. Входами модуля являются входы А и Б модуля с подключенными к ним тройниками пробника ЕЭ2.246.117 и нагрузками согласованными ЯНТИ.468548.042. КСВн модуля на частотах 1-20 МГц интерполируется до КСВн нагрузки согласованной с ЯНТИ.468548.042.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если результаты измерения КСВн модуля соответствует требованиям п.1.5.15.РЭ.

1.7. Оформление результатов поверки.

1.7.1. Положительные результаты поверки оформляют в порядке, установленном метрологической службой, осуществляющей поверку в соответствии с ПР50.2.006.

1.7.2. Модули, не прошедшие поверку, (имеющие отрицательные результаты поверки), запрещаются к применению и выпуску в обращение.

Лист
№ докум | Подп | Дата

ЯНТИ.411155.001 РЭ1

Лист

23