

340

ФТБР 46964861.00РЭ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

«СОГЛАСОВАНО»

Начальник ГЦИ СИ «Воентест»

32 ГосНИИИ Минобороны РФ



В.Н.Храменков

«__»

2001 г.

**Комплекс измерительный мощных СВЧ-импульсов
“Апертура-2000”**

Методика поверки

Настоящая методика поверки распространяется на средство измерений военного назначения "Комплекс измерительный мощных СВЧ-импульсов "Апертура-2000" ФТБР 46964861.00", изготовленное в одном экземпляре, и устанавливает методы и средства его первичной и периодических поверок при эксплуатации и после ремонта. Межповерочный интервал три года.

А 1. Операции поверки

А.1.1. При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице А.1.
Таблица А.1.

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операций	
		При первичной поверке	При периодической и внеочередной поверке
Внешний осмотр	А.7.1.	Да	Да
Опробование	А.7.2.	Да	Да
Определение погрешности эффективных площадей приемных антенн измерительных каналов КИМ-37, КИМ-10 и КИМ-3	А.7.3.1.	Да	Да
Определение погрешности аттенуаторов измерительных каналов КИМ-37, КИМ-10 и КИМ-3	А.7.3.2.	Да	Да
Определение погрешности нормированного коэффициента преобразования по мощности измерительных каналов КИМ-37, КИМ-10, КИМ-3	А.7.3.3.	Да	Да
Определение погрешности градуировки и динамического диапазона детекторных секций измерительных каналов КИМ-37, КИМ-10, КИМ-3	А.7.3.4	Да	Да
Определение коэффициента стоячей волны входа измерительных каналов КИМ-37, КИМ-10, КИМ-3	А.7.3.5.	Да	Да
Определение суммарной погрешности измерения измерительных каналов КИМ-37, КИМ-10, КИМ-3	А.7.3.6	Да	Да
Определение экранировки измерительных каналов КИМ-37, КИМ-10, КИМ-3	А.7.3.7	Да	Нет
Определение погрешности измерения частоты приемного блока стенда измерений спектральной плотности потока энергии «Спектр-3»	А.7.3.8.	Да	Да

Определение погрешности измерения уровня спектральных составляющих приемного блока стенда измерений спектральной плотности потока энергии «Спектр-3»	А.7.3.9.	Да	Да
--	----------	----	----

А 2. Средства поверки

А.2.1. При проведении поверки должны применяться средства измерений, указанные в таблице А.2.1.

Таблица А.2.1 Средства поверки

Наименование средств измерений	Технические характеристики
Антенна измерительная ДР-3	Диапазон частот 300 – 1000 МГц, погрешность коэффициента преобразования 1 дБ.
Вольтметр селективный SMV 8.5	Диапазон частот 30-1000 МГц, диапазон измерений –20..80 дБмк, погрешность измерений 1,5 дБ.
Антенна измерительная П6-23А	Диапазон частот 1000-12000 МГц, эффективная площадь от 800 до 150 см ² в диапазоне частот, погрешность 20 %.
Установка для измерения ослабления и фазового сдвига образцовая ДК1-16	Диапазон частот 100 кГц – 17,85 ГГц, пределы измерения 0 – 120 дБ, погрешность 0,01 – 1,5 дБ в зависимости от ослабления
Нановольтметр цифровой постоянного тока В2-38	Пределы измерения 1 нВ ÷ 2 В, погрешность $\pm[0,05 + 0,025(U_{\text{п}}/U_{\text{х}}-1)]\%$
Генератор сигналов программируемый Г4-192	Диапазон частот 10 кГц ÷ 1300 МГц, погрешность установки частоты $\pm 1,5 \cdot 10^{-5}\%$.
Генератор сигналов Г4-80	Диапазон частот 2,56 ÷ 4,0 ГГц, погрешность установки частоты $\pm 5 \cdot 10^{-5}\%$.
Синтезатор частоты Ч6-75	Диапазон частот 8,15 ÷ 17,85 ГГц, погрешность установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-6}\%$.
Вольтметр переменного тока ВЗ-63	Диапазон частот 10 Гц ÷ 1500 МГц, пределы измерения 0,01 В ÷ 100 В, погрешность 0,3% .
Головка термисторная проходная КМС-72 (аттестованная по 1-ому разряду)	Диапазон частот 2,56 ÷ 4,0 ГГц, пределы измерения 10 мкВт ÷ 10 мВт, погрешность 2%

Головка термистор- ная проходная КМС- 23 (аттестованная по 1-ому разряду).	Диапазон частот $8,15 \div 12,05$ ГГц, пределы измерения 10 мкВт $\div 10$ мВт, погрешность 2%
Блок измерителя мощности термистор- ный Я2-114	Пределы измерения 10 мкВт $\div 10$ мВт, погрешность $0,1+0,02(P_K/P_X-1)$ % .
Частотомер элек- тронно-счетный ЧЗ-66	Диапазон частот 10 Гц $\div 37500$ МГц, погрешность $\pm 5 \cdot 10^{-6}$ %.
Генератор сигналов Г4-160	Диапазон частот $700 - 1000$ МГц, выходная мощность до 50 Вт.
Осциллограф- мультиметр двухка- нальный С1-116	Полоса пропускания 250 МГц, погрешность отклонения ± 3 %, погрешность развертки $\pm(4 \div 5)$ %.

А.2.2. При проведении поверки должно применяться вспомогательное оборудование, указанное в таблице А.2.2.

Таблица А.2.2. Вспомогательное оборудование

Генератор тест- сигнала ПД-10Т	Частота 3060 МГц, импульсная мощность 140 кВт, длительность импульса 1 мкс, скважность 1000 .
Генератор тест- сигнала ПД-3Т	Частота 9400 МГц, импульсная мощность 40 кВт, длительность импульса 1 мкс, скважность 1000

А.2.3. Допускается использование других средств измерений с метрологическими характеристиками не хуже указанных в таблице.

А.3. Требования к квалификации поверителей

А.3.1. Поверители должны быть ознакомлены с технической документацией на поверяемое средство, средства поверки и с методикой поверки и иметь удостоверение поверителя.

А.4. Требования безопасности

А.4.1. К проведению поверки допускаются лица, прошедшие вводный инструктаж и имеющие удостоверение квалификационной группы на право работы с электроустановками напряжением выше 1000 В.

А.4.2. При проведении испытаний необходимо соблюдать требования безопасности по ГОСТ 12.2.006-84.

А 5. Условия поверки

А.5.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5
- относительная влажность, %, не более 80

- атмосферное давление, кПа	87-107
- напряжение питающей электросети, В	220±22
- частота, Гц	50±1

А. 6. Подготовка к поверке

А.6.1. Проверьте наличие средств поверки по таблице А.1, укомплектованность их документацией и необходимыми элементами соединений.

А.6.2. Используемые средства поверки разместите, заземлите и соедините в соответствии с требованиями их технической документации.

А.6.3. Подготовку, соединение, включение и прогрев поверяемого средства и средств поверки, регистрацию показаний и другие работы по поверке произведите в соответствии с документацией на указанные средства.

А. 7. Проведение поверки

А.7.1. Внешний осмотр.

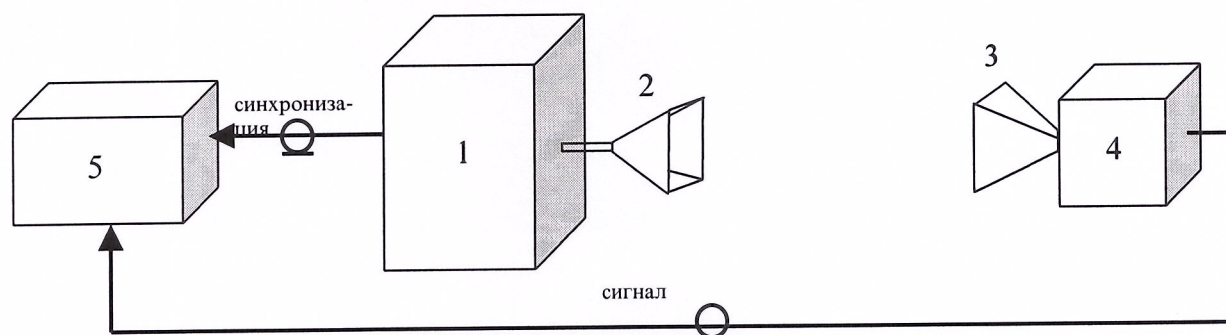
Внешним осмотром должно быть установлено:

- наличие маркировки,
- соответствие комплектации требованиям документации,
- наличие эксплуатационной документации и сведений о результатах предыдущей поверки или ремонта.

А.7.2. Опробование.

А.7.2.1. При опробовании комплекса необходимо:

- подготовить его к работе в соответствии с указаниями эксплуатационной документации;
- собрать измерительную схему в соответствии с рис.А.1.



1 – генератор ПД-10Т (ПД-3Т); 2 – излучатель генератора; 3 – приемная антенна КИМ; 4 – КИМ-10 (КИМ-3); 5 – осциллограф С1-116

Рис.А.1. Схема измерения параметров импульса тест-генераторов ПД-10 Т и

- проверить работоспособность комплекса, для чего, включив питание генератора тест-сигнала ПД-10Т и измерительных приборов, прогреть приборы в течение 30 мин., запустить генерацию на ПД-10Т с параметрами: длительность импульса 1 мкс, частота следования 1 кГц. Установить осциллограф С1-116 в режим внешней синхронизации от импульса запуска ПД-10Т, засинхронизировать осциллограф и наблюдать на его экране вид детектированного измерительным каналом КИМ-3 СВЧ-импульса.

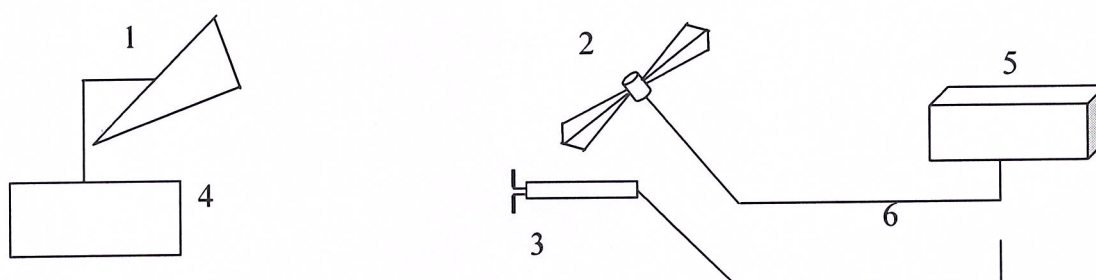
- повторить опробование для тест-генератора ПД-3Т и измерительного канала КИМ-3.
- результаты опробования считать положительными, если на экране осциллографа наблюдаются импульсы длительностью 1 мкс и периодом следования 1 мсек.

А.7.3. Определение метрологических характеристик

А.7.3.1. Определение погрешности эффективных площадей приемных антенн измерительных каналов КИМ-37, КИМ-10 и КИМ-3

А.7.3.1.1. Для измерительного канала КИМ-37

А.7.3.1.1.1. Собрать измерительную схему рис.А.2. Излучающую антенну 1, рабочую эталонную антенну 2 и поверяемую антенну 3 разместить на расстоянии не менее 5 м друг от друга на высоте не менее 1,5 м. Размещение антенн производить либо на открытой площадке либо в помещении размером не менее 7х5 м.



1 – излучающая антенна ИЛ-1; 2 – антенна ДР-3 (рабочий эталон); 3 – антенна КИМ-37; 4 – генератор Г4-160, 5 – селективный микровольметр SMV 8.5; 6 – ВЧ-кабель антенны ДР-3

Рис.А2. Схема измерения погрешности эффективной площади антенны

А.7.3.1.1.2. На генераторе 4 установить частоту генерации 870 МГц, уровень выхода максимальный.

А.7.3.1.1.3. Перемещением треноги с образцовой антенной 2 в продольном направлении добиться максимальных показаний измерительного приемника 5. Показания измерительного приемника $U_{\text{э}}$ [дБ] занести в протокол.

А.7.3.1.1.4. Отсоединить высокочастотный кабель 6 от антенны 2 и приемника 5 и измерить на измерителе разности фаз и отношения уровней ФК2-33 его ослабление на частоте 870 МГц $A_{\text{к}}$ [дБ]. Результат занести в протокол.

А.7.3.1.1.5. Установить на согласующе-симметрирующем устройстве антенны 3 измерительного канала КИМ-37 вибратор №1.

А.7.3.1.1.6. Вывести антенну 2 из рабочей зоны, поместить согласующее устройство с вибратором 3 в место предыдущего размещения антенны 2 и подключить кабель антенны 3 к входу приемника 5.

А.7.3.1.1.7. Вращая вибратор антенны 3 относительно продольной оси добиться максимального показания приемника 5 $U_{\text{а max}}$ [дБ]. Результат занести в протокол.

А.7.3.1.1.8. Вычислить значение действующей высоты приемной антенны измерительного канала КИМ-37 по формуле

$$h_{\text{да}} = h_{\text{дэ}} \cdot 10^{\frac{1}{20} \left(\frac{U_{\text{а max}}}{U_{\text{э}} + A_{\text{к}}} \right)}, [\text{м}],$$

где $h_{\text{дэ}}$ [м] – действующая высота антенны ДР-3 на частоте 870 МГц (приведена в калибровочном графике на антенну). Результат занести в протокол.

А.7.3.1.1.9. Вычислить значение эффективной площади антенны измерительного канала КИМ-37 с вибратором №1 по формуле

$$S_a = \frac{1}{1000} \frac{12\pi}{5} h_{да}^2, [\text{см}^2].$$

Результат занести в протокол.

А.7.3.1.1.10. Вычислить значение погрешности эффективной площади антенны измерительного канала КИМ-37 с вибратором №1 по формуле

$$\Delta = 10 \cdot \log \left(\frac{S_a}{S_\phi} \right), [\text{дБ}],$$

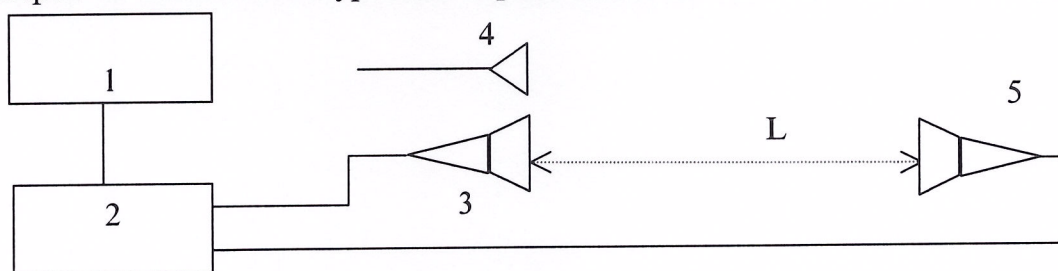
где S_ϕ [см²] – значение эффективной площади из формуляра на канал. Результат занести в протокол.

А.7.3.1.1.11. Измерительный канал КИМ-37 признается негодным в случае $\Delta > 1$ дБ.

А.7.3.1.1.12. Повторить п.п. А.7.3.1.1.5 – А.7.3.1.1.11 для вибратора № 2 и вибратора № 3 антенны измерительного канала КИМ-37.

А.7.3.1.2. Для измерительных каналов КИМ-10, КИМ-3

А.7.3.1.2.1. Собрать измерительную схему рис.А.3. Излучающую антенну 1, рабочую эталонную антенну 2 и поверяемую антенну 3 разместить на расстоянии не менее 2,6 м друг от друга (для КИМ-10), не менее 8 м друг от друга (для КИМ-3) на высоте не менее 1,5 м. Размещение антенн производить либо на открытой площадке либо в помещении размером не менее 7х5 м с уровнем отражений от стен, потолка и пола не превы-



1 – генератор Г4-80 (для КИМ-10), Г4-83 (для КИМ-3); 2 – измеритель разности фаз и отношения уровней ФК2-33; 3 – антенна П6-23А (рабочий эталон); 4 – антенна КИМ-10 (КИМ-3); 5 – вспомогательная антенна П6-23А; L – расстояние по п.А.7.3.1.2.1

Рис.А3. Схема измерения погрешности эффективной площади антенн КИМ-10, КИМ-3

шающим –20 дБ.

А.7.3.1.2.2. На генераторе 1 установить частоту 3060 МГц, регулировкой уровня выхода генератора и введением аттенюаторов в опорный канал амплифазометра 2 добиться захвата системы ФАПЧ амплифазометра.

А.7.3.1.2.3. Установить на измерительную треногу рабочий эталон П6-23А 3 и регулируя положение рабочего эталона в угломестной и азимутальной плоскостях, добиться максимальных показаний амплифазометра 2. Показание амплифазометра 2 U_Σ [дБ] занести в протокол.

А.7.3.1.2.4. Установить на измерительную треногу приемную антенну КИМ-10 4 и регулируя положение антенны в угломестной и азимутальной плоскостях, добиться максимальных показаний амплифазометра 2.

А.7.3.1.2.5. Вращая привод поляризации на измерительной треноге, добиться максимального показания амплифазометра 2 U_{Amax} [дБ]. Результат занести в протокол.

А.7.3.1.2.6. Вычислить значение эффективной площади приемной антенны измерительного канала КИМ-10 по формуле

$$S_a = S_э \cdot 10^{\frac{1}{10} \left(\frac{U_{a max}}{U_э} \right)}, [см^2],$$

где $S_э$ [см²] – действующая высота антенны П6-23А на частоте 3060 МГц (приведена в калибровочном графике на антенну). Результат занести в протокол.

А.7.3.1.2.7. Вычислить значение погрешности эффективной площади антенны измерительного канала КИМ-10 по формуле

$$\Delta = 10 \cdot \log \left(\frac{S_a}{S_\phi} \right), [дБ],$$

где S_ϕ [см²] – значение эффективной площади из формуляра на канал. Результат занести в протокол.

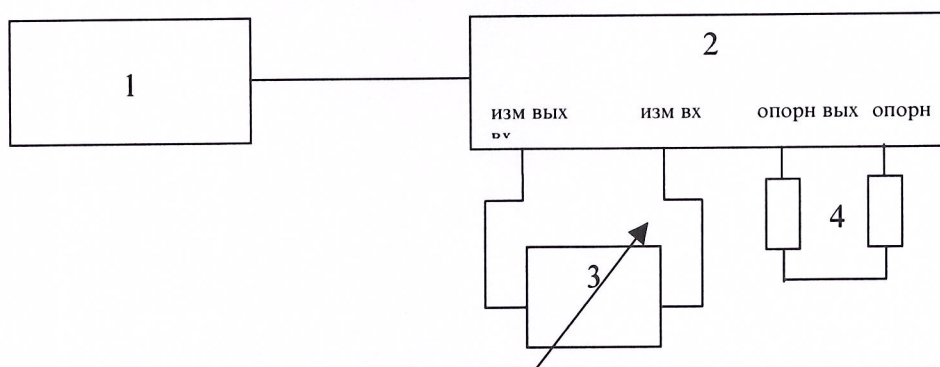
А.7.3.1.2.8. Повторить п.п. А.7.3.1.2.2. – А.7.3.1.2.7. для приемной антенны измерительного канала КИМ-3 на частоте 9400 МГц.

А.7.3.1.2.9. Измерительный канал КИМ-10 признается негодным в случае $\Delta > 1,5$ дБ. Измерительный канал КИМ-3 признается негодным в случае $\Delta > 1,8$ дБ.

А.7.3.2. *Определение погрешности аттенюаторов измерительных каналов КИМ-37, КИМ-10 и КИМ-3*

А.7.3.2.1. Аккуратно вскрыть крышку измерительного канала и отключить регулируемые аттенюаторы.

А.7.3.2.2. В соответствии с ИЭ на ФК2-33 собрать измерительную схему рис.А.4.



1 – генератор СВЧ Г4-192(для КИМ-37), Г4-80 (для КИМ-10), Г4-83 (для КИМ-3);
2 – измеритель разности фаз и отношения уровней ФК2-33; 3 – проверяемый аттенюатор; 4 – добавочные аттенюаторы

Рис.А.4. Схема измерения погрешности аттенюаторов измерительных ка-

А.7.3.2.3. Подключить соответствующий генератор 1 и аттенюатор канала КИМ-37. Установить частоту генерации 870 МГц, ввести амплифазометр 2 в режим захвата ФАПЧ.

А.7.3.2.4. Установить ослабление проверяемого аттенюатора 3 в среднюю величину и путем подбора дополнительных аттенюаторов 4 добиться показаний ослабления около 20 дБ.

А.7.3.2.5. Отключить аттенюатор 3 и соединить коаксиальный тракт соединителем. Измерить «кажущееся» ослабление соединительного тракта S_k [дБ], результат занести в протокол.

А.7.3.2.6. Подключить поверяемый аттенюатор 3 и в соответствии с его градуировочной таблицей произвести измерение ослабления. Результаты измерения – деление N_i [дел] и ослабление A_i' [дБ] занести в протокол. Скорректировать результаты измерения на «кажущееся» ослабление соединительного тракта по формуле A_i [дБ] = $A_i' - S_k$. Результаты занести в протокол.

А.7.3.2.7. Вычислить значение погрешности аттенюатора измерительного канала КИМ-37 по формуле

$$\Delta_i = A_i - A_{\Phi i}, [\text{дБ}],$$

где $A_{\Phi i}$ [дБ] – значение ослабления из формуляра на канал. Результат занести в протокол.

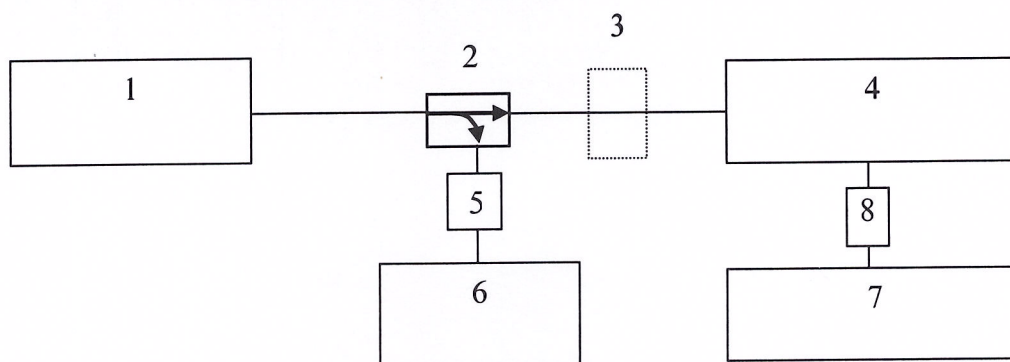
А.7.3.2.8. Вычислить максимальное значение погрешности по всем результатам п. А.7.3.2.7. Результат занести в протокол.

А.7.3.2.9. Повторить п.п.А.7.3.2.1 – А.7.3.2.8 для измерительных каналов КИМ-10 (частота 3060 МГц) и КИМ-3 (частота 9400 МГц). При этом канал КИМ-3 подключать к амплифазометру 2 через волноводно-коаксиальные переходы из ЗИП ФК2-33. Для канала КИМ-3 «кажущееся» ослабление тракта измерять путем соединения КВП.

А.7.3.2.10. Измерительный канал КИМ-37 признается негодным в случае $\Delta > 1,2$ дБ. Измерительный канал КИМ-10 признается негодным в случае $\Delta > 1,0$ дБ. Измерительный канал КИМ-10 признается негодным в случае $\Delta > 1,2$ дБ.

А.7.3.3. *Определение погрешности нормированного коэффициента преобразования по мощности измерительных каналов КИМ-37, КИМ-10, КИМ-3*

А.7.3.3.1. Собрать измерительную схему рис.А.5



1 – генератор Г4-192 (для КИМ-37), Г4-80 (для КИМ-10), Г4-83 (для КИМ-3); 2 – направленный ответвитель 1:2 из комплекта МЗ-22А; 3 – коаксиально-волноводный переход из комплекта МЗ-22А (для КИМ-10 и КИМ-3); 4 – поверяемый измерительный канал; 5 – калориметрическая головка МЗ-22А; 6 – индикаторный блок МЗ-22А; 7 – нановольтметр В2-38; 8 – согласованная нагрузка 50 Ом

Рис.А.5. Схема измерения погрешности нормированного коэффициента преобразования измерительных каналов

А.7.3.3.2. На генераторе 1 установить частоту генерации 870 МГц, уровень выхода – максимальный. Удалить с измерительного канала приемную антенну. На поверяемом измерительном канале КИМ-37 установить нулевое ослабление аттенюатора, дополнительные аттенюаторы исключить.

А.7.3.3.3. В соответствии с РЭ на МЗ-22А измерить мощность на входе поверяемого измерительного канала КИМ-37. Регулируя выход генератора 1 добиться значения измеряемой мощности $1 \pm 0,1$ [мВт]. Результат измерения P_{Σ} [мВт] занести в протокол.

А.7.3.3.4. В соответствии с РЭ на В2-38 измерить значение напряжения с выхода поверяемого измерительного канала КИМ-37 U_B [мВ]. Результат занести в протокол.

А.7.3.3.5. Вычислить значение нормированного коэффициента преобразования по мощности по формуле

$$K_D = P_3 / U_B, \text{ [В/Вт]}.$$

Результат занести в протокол.

А.7.3.3.6. Повторить операции по п.п. А.7.3.3.2 – А.7.3.3.5 для измерительных каналов КИМ-10 (частота 3060 МГц) и КИМ-10 (частота 9400 МГц). При этом результат измерения по п.А.7.3.3.4 скорректировать по формуле

$$U_B = U'_B \cdot 10^{A_k/10}, \text{ [мВ]},$$

где U'_B – результат измерения [мВ], A_k – значение ослабления по мощности соответствующего КВП на рабочей частоте, приведенное в формуляре на ваттметр М3-22А.

А.7.3.3.7. Измерительный канал КИМ-37 признается негодным в случае $K_D \notin (160 \pm 16)$ [В/Вт]. Измерительный канал КИМ-10 признается негодным в случае $K_D \notin (20,8 \pm 2)$ [В/Вт]. Измерительный канал КИМ-10 признается негодным в случае $K_D \notin (39,8 \pm 4)$ [В/Вт].

А.7.3.4. Определение погрешности градуировки и динамического диапазона детекторных секций

А.7.3.4.1. Для измерительного канала КИМ-37

А.7.3.4.1.1. Собрать измерительную схему рис.А.5.

А.7.3.4.1.2. На генераторе 1 установить частоту генерации 870 МГц. Удалить с измерительного канала приемную антенну. На поверяемом измерительном канале КИМ-37 установить нулевое ослабление аттенюатора и исключить дополнительные аттенюаторы. Отрегулировать уровень выхода генератора 1 так, чтобы уровень сигнала на выходе поверяемого измерительного канала был около 1 мВ.

А.7.3.4.1.3. В соответствии с РЭ на М3-22А измерить мощность на входе поверяемого измерительного канала КИМ-37. Результат измерения $P_{эi}$ [мВт] занести в протокол.

А.7.3.4.1.4. В соответствии с РЭ на В2-38 измерить значение напряжения с выхода поверяемого измерительного канала КИМ-37 U_{Bi} [мВ]. Результат занести в протокол.

А.7.3.4.1.5. Вычислить значение градуировочной характеристики детектора по формуле

$$K_{Di} = P_{эi} / U_{Bi}, \text{ [В/Вт]}.$$

Результат занести в протокол.

А.7.3.4.1.6. Увеличить мощность генератора 1 на 1 дБ, для чего вычислить увеличенный уровень по формуле $P_{i+1} = 1,095 \cdot P_i$ [мВт] и, регулируя уровень выхода генератора 1, добиться данного показания на ваттметре М3-22А. Результат измерения $P_{эi+1}$ [мВт] занести в протокол.

А.7.3.4.1.7. Повторить п.п.А.7.3.4.1.4 - А.7.3.4.1.6 до достижения максимального уровня выхода генератора 1 Г4-192 (около 40 мВт).

А.7.3.4.1.8. Заменить в измерительной схеме рис.А.5 генератор Г4-192 на генератор Г4-160, нановольтметр В2-38 на вольтметр универсальный В7-40/1.

А.7.3.4.1.9. Повторить п.п.А.7.3.4.1.4 - А.7.3.4.1.6 до достижения максимального уровня сигнала на выходе измерительного канала 500 мВ.

А.7.3.4.1.10. Вычислить погрешность точек градуировки детектора КИМ-37 по формуле

$$\delta_i = \left(\frac{K_{Дi} - K_{Дф}}{K_{Дф}} \right) \cdot 100\%,$$

определить максимальное значение погрешности $\delta_{\max}$ и определить погрешность градуировки по формуле

$$\Delta = 10 \cdot \lg(1 + \delta_{\max}/100), [\text{дБ}].$$

Результат занести в протокол.

А.7.3.4.1.11. По измеренной градуировочной характеристике определить уровень мощности P_1 [Вт], при котором сигнал на выходе детекторной секции равен 1 мВ.

А.7.3.4.1.12. Вычислить динамический диапазон детектора, отнесенный к 1 мВ, по формуле

$$D[\text{дБ}] = 10 \cdot \log\left(\frac{P_{\max}}{P_1}\right),$$

где $P_{\max}$ – уровень максимальной мощности Г4-160 в п. А.7.3.4.1.9. Результат занести в протокол.

А.7.3.4.1.13. Измерительный канал КИМ-37 признается негодным в случае $\Delta > 1,4$ дБ либо $D < 15$ дБ.

А.7.3.4.2. Для измерительных каналов КИМ-10 и КИМ-3

А.7.3.4.2.2. Собрать измерительную схему рис.А.5

А.7.3.4.2.2. На генераторе 1 установить частоту генерации 3060 МГц, режим генерации НГ. Удалить с измерительного канала приемную антенну. На поверяемом измерительном канале КИМ-10 установить нулевое ослабление аттенюатора и исключить дополнительные аттенюаторы. Отрегулировать уровень выхода генератора 1 так, чтобы уровень сигнала на выходе поверяемого измерительного канала был около 1 мВ.

А.7.3.4.2.3. В соответствии с РЭ на М3-22А измерить мощность на входе поверяемого измерительного канала КИМ-10. Результат измерения $P_{эi}$ [мВт] занести в протокол.

А.7.3.4.2.4. В соответствии с РЭ на В2-38 измерить значение напряжения с выхода поверяемого измерительного канала КИМ-37 U_{Bi} [мВ]. При этом результат измерения скорректировать по формуле

$$U_B = U'_B \cdot 10^{A_k/10}, [\text{мВ}],$$

где U'_B – результат измерения [мВ], A_k – значение ослабления по мощности соответствующего КВП на рабочей частоте, приведенное в формуляре на ваттметр М3-22А. Результат занести в протокол.

А.7.3.4.2.5. Вычислить значение градуировочной характеристики детектора по формуле

$$K_{Дi} = \frac{P_{эi}}{U_{Bi}}, [\text{В/Вт}].$$

Результат занести в протокол.

А.7.3.4.2.6. Увеличить мощность генератора 1 на 1 дБ, для чего вычислить увеличенный уровень по формуле $P_{i+1} = 1,095 \cdot P_i$ [мВт] и, регулируя уровень выхода генератора 1, добиться данного показания на ваттметре М3-22А. Результат измерения $P_{эi+1}$ [мВт] занести в протокол.

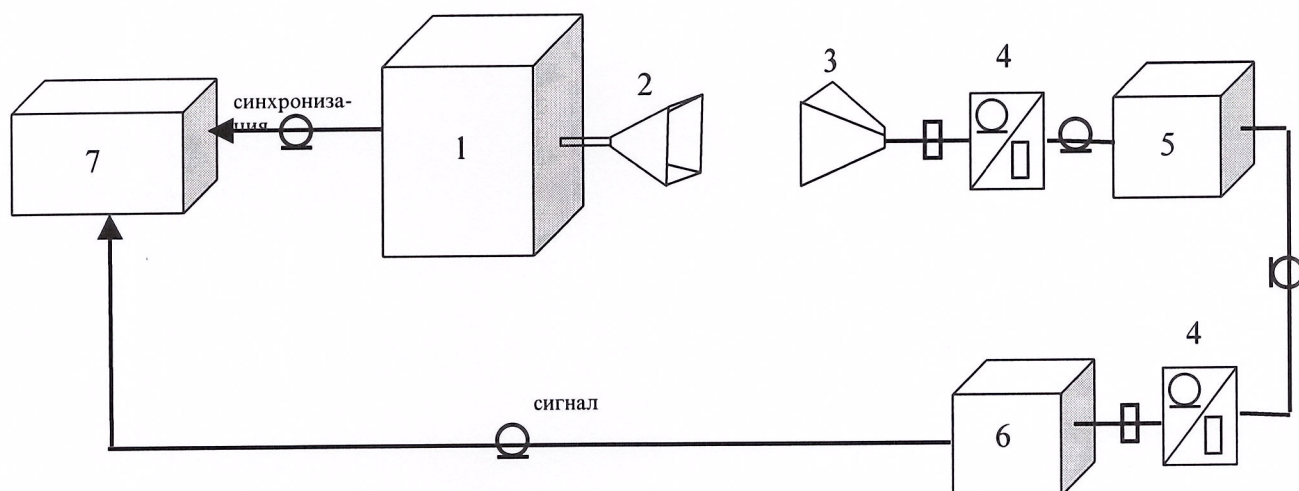
А.7.3.4.2.7. Повторить п.п.А.7.3.4.2.4 - А.7.3.4.2.6 до достижения уровня выхода генератора 1 Г4-80 равного около 1 мВт.

А.7.3.4.2.8. Перевести генератор Г4-80 в режим внешней импульсной модуляции от И1-14 с периодом 1 мсек и длительностью 1 мсек. Подключить выход КИМ-10 к ос-

циллографу С1-116, засинхронизировать осциллограф и добиться устойчивого изображения огибающей радиоимпульса.

А.7.3.4.2.9. Измерить по экрану осциллографа амплитуду импульса $U_{\text{и}}$ [мВ]. Убедиться, что измеренная амплитуда отличается не более, чем на 10 % от величины, измеренной в п. А.7.3.4.2.7. Результат занести в протокол.

А.7.3.4.2.10. Собрать измерительную схему рис.А.6 для генератора тест-сигнала ПД-10Т, измерительного канала КИМ-10 и аттенюатора АТТ-10. Ввести максимальное ослабление аттенюатора измерительного канала КИМ-10.



1 – генератор ПД-10Т (ПД-3Т); 2 – излучатель генератора; 3 – приемная антенна КИМ; 4 – коаксиально-волноводный переход; 5 – аттенюатор АТТ-10 (АТТ-3); 6 – КИМ-10 (КИМ-3); 7 – осциллограф С1-116

Рис.А.6. Схема измерения функции преобразования измерительных каналов КИМ-10 и КИМ-3 в области средних и больших мощностей

А.7.3.4.2.11. Средствами генератора тест-сигнала установить период следования импульсов равный 1 мсек и длительность импульса равной 1 мксек.

А.7.3.4.2.12. Перемещая приемную антенну измерительного канала КИМ-10 в продольном направлении и регулируя аттенюатор АТТ-10, добиться показаний амплитуды огибающей радиоимпульса равной измеренной в п. А.7.3.4.2.9.

А.7.3.4.2.13. Последовательно увеличивая входную мощность на 1 дБ с помощью регулировки аттенюатора измерительного канала КИМ-10 и наблюдая на экране осциллографа амплитуду сигнала U_i [мВ] с выхода детектора КИМ-10, произвести измерение верхней части градуировочной характеристики детектора. Увеличение входной мощности прекратить при достижении амплитуды сигнала, равной 0,5 В.

Входную мощность вычислить по формуле $P_i = 1 \cdot 10^{+A_i/10}$ [мВт], где A_i – ослабление аттенюатора КИМ-10 в [дБ]. Результаты занести в протокол.

А.7.3.4.2.14. Вычислить погрешность точек градуировки детектора КИМ-10 по формуле

$$\delta_i = \left(\frac{K_{\text{Ди}} - K_{\text{Дф}}}{K_{\text{Дф}}} \right) \cdot 100\%,$$

определить максимальное значение погрешности δ_{max} и определить погрешность градуировки по формуле

$$\Delta = 10 \cdot \lg(1 + \delta_{\text{max}}/100), [\text{дБ}].$$

Результат занести в протокол.

А.7.3.4.2.15. По измеренной градуировочной характеристике определить уровень мощности P_1 [Вт], при котором сигнал на выходе детекторной секции равен 1 мВ.

А.7.3.4.2.16. Вычислить динамический диапазон детектора, отнесенный к 1 мВ, по формуле

$$D[\text{дБ}] = 10 \cdot \log\left(\frac{P_{\max}}{P_1}\right),$$

где $P_{\max}$ – уровень максимальной мощности в п. А.7.3.4.2.13. Результат занести в протокол.

А.7.3.4.2.17. Повторить операции п.п.А.7.3.4.2.2 – А.7.3.4.2.16 для детектора КИМ-3 генератора Г4-83, тест-генератора ПД-3Т, аттенюатора АТТ-3, частоты 9400 МГц.

А.7.3.4.2.18. Измерительный канал КИМ-10 признается негодным в случае $\Delta > 1,6$ дБ либо $D < 31$ дБ. Измерительный канал КИМ-3 признается негодным в случае $\Delta > 1,6$ дБ либо $D < 25$ дБ.

А.7.3.5. Определение коэффициента стоячей волны входа измерительных каналов КИМ-37, КИМ-10, КИМ-3

А.7.3.5.1. Собрать измерительную схему в соответствии с РЭ на измерители КСВн Р2-102 (КИМ-37), Р2-103 (КИМ-10), Р2-104 (КИМ-3).

А.7.3.5.2. Отключить приемные антенны от входов измерительных каналов, установить нулевое ослабление регулируемых аттенюаторов, фиксированные аттенюаторы исключить. Выходы измерительных каналов нагрузить 50-омными согласованными нагрузками.

А.7.3.5.3. Измерение КСВн производить в рабочем диапазоне частот измерительных каналов, указанных в формуляре на комплекс. За результат измерения принимать максимальное значение КСВн в рабочем диапазоне частот.

А.7.3.5.4. Измерительный канал КИМ-37 признается негодным в случае $\text{КСВн} > 1,2$. Измерительный канал КИМ-10 признается негодным в случае $\text{КСВн} > 1,4$. Измерительный канал КИМ-3 признается негодным в случае $\text{КСВн} > 1,4$.

А.7.3.6. Определение суммарной погрешности измерения измерительных каналов КИМ-37, КИМ-10, КИМ-3

А.7.3.6.1. Суммарная погрешность (без учета погрешности, вносимой дополнительными аттенюаторами) определяется по формулам

$$\delta_{\Sigma} = 1,4 \sqrt{\delta_{\text{ант}}^2 + \delta_{\text{атт}}^2 + \delta_{\text{дет}}^2 + \delta_{\text{КСВ}}^2},$$

$$\Delta_{\Sigma} = 10 \cdot \lg(\delta_{\Sigma} + 1), [\text{дБ}]$$

где

$\delta_{\text{ант}} = 10^{\frac{\Delta_{\text{ант}}}{10}} - 1$, $\Delta_{\text{ант}}$ – погрешность эффективной площади приемной антенны измерительного канала, определяемая в п.А.7.3.1;

$\delta_{\text{атт}} = 10^{\frac{\Delta_{\text{атт}}}{10}} - 1$, $\Delta_{\text{атт}}$ – погрешность аттенюатора измерительного канала, определяемая в п.А.7.3.2;

$\delta_{\text{дет}} = 10^{\frac{\Delta_{\text{дет}}}{10}} - 1$, $\Delta_{\text{дет}}$ – погрешность градуировки детектора измерительного канала, определяемая в п.А.7.3.4;

$$\delta_{\text{КСВн}} = 1 - \left(\frac{\text{КСВн} - 1}{\text{КСВн} + 1} \right)^2, \text{ КСВн} - \text{коэффициент стоячей волны входа измерительного канала, определяемый в п.А.7.3.5;}$$

А.7.3.6.3. Измерительные каналы КИМ-37, КИМ-10 и КИМ-3 признаются негодными в случае $\Delta_{\Sigma} > 3,0$ дБ.

А.7.3.7. Определение экранировки измерительных каналов КИМ-37, КИМ-10, КИМ-3

А.7.3.7.1. Собрать измерительную схему рис.А.1.

А.7.3.7.2. Принять меры к устранению СВЧ-наводок на кабели и измерительные приборы, для чего расположить измерительный канал в безэховом экранированном помещении, а осциллограф поместить в экранированное помещение.

А.7.3.7.3. Располагая приемную антенну на различных расстояниях от излучателя тест-генератора, добиться амплитуды огибающей радиоимпульса равной 0,5 В. По результатам измерения амплитуды с использованием градуировочной зависимости детектора измерительного канала и градуировочной зависимости аттенюатора измерительного канала, рассчитать значение импульсной мощности P_0 . Результат занести в протокол.

А.7.3.7.4. Выключив генерацию, отсоединить приемную антенну измерительного канала и установить на входной фланец короткозамыкатель.

А.7.3.7.5. Включить генерацию, увеличить усиление осциллографа С1-116 до получения изображения огибающей радиоимпульса. Если изображения нет, то принять, что экранировка превышает 60 дБ. В противном случае измерить амплитуду огибающей и по результатам измерения рассчитать значение импульсной мощности P_{Σ} . Результат занести в протокол.

А.7.3.7.6. Рассчитать значение экранировки по формуле $\Theta = 10 \lg \left(\frac{P_{\Sigma}}{P_0} \right)$, результат занести в протокол.

А.7.3.7.7. Измерительные каналы КИМ-37, КИМ-10 и КИМ-3 признаются негодными в случае $\Theta < 60$ дБ.

А.7.3.8. Определение погрешности измерения частоты приемного блока стенда измерений спектральной плотности потока энергии «Спектр-3»

А.7.3.8.1. Собрать измерительную схему рис.А.7.

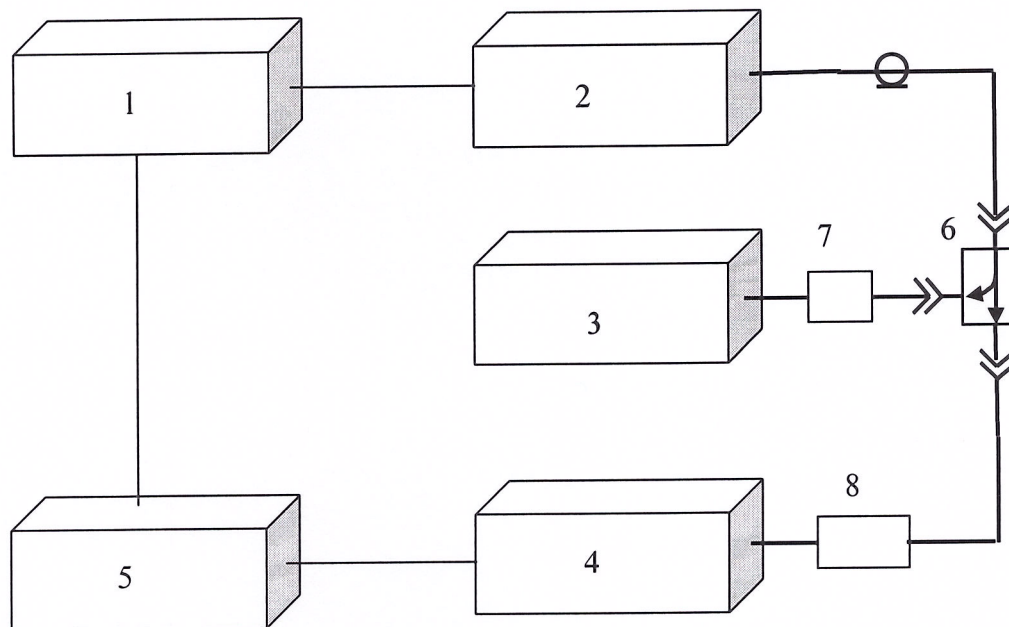
А.7.3.8.2. Подключение КВП 8 осуществляется к входу резонатора блока, подключение осциллографа С1-116 осуществляется к разъему «ВИДЕО» приемника П5-34.

А.7.3.8.3. Установить на П5-34 ослабление 0дБ, детектор – квадратический, ослабление измерительного аттенюатора – 0 дБ, частота настройки 8240 МГц.

А.7.3.8.4. Установить на генераторе Г4-111 вид модуляции – ВНЕШНЯЯ АМ, частота 8240 МГц.

А.7.3.8.5. Установить на генераторе И1-14 длительность импульса 100 нсек, период повторения 1 мксек.

А.7.3.8.6. Отключить от резонаторного блока КВП 8, поднести его к входному фланцу приемника П5-34. Вращая ручку НАСТРОЙКА приемника П5-34, добиться максимальной амплитуды импульса на экране осциллографа. Результат измерения амплитуды U_n и показания табло НАСТРОЙКА приемника П5-34 f_n занести в протокол.



1 – генератор импульсов И1-14; 2 – генератор Г4-111; 3 – частотомер ЧЗ-66; 4 – приемный блок анализатора спектра; 5 – осциллограф С1-116; 6 – ответвитель; 7 – аттенюатор; 8 – коаксиально-волноводный переход

Рис.А.7. Схема определения погрешности измерения частоты

А.7.3.8.7. Перевести генератор 2 в режим НГ и измерить частоту генерации f_3 по частотомеру 3. Результат занести в протокол.

А.7.3.8.8. Установить на генераторе Г4-111 вид модуляции – **ВНЕШНЯЯ АМ**. Подключить КВП 8 к входу резонаторного блока. Регулировкой верньера **ЧАСТОТА** добиться появления импульса на экране осциллографа. Дальнейшей точной регулировкой добиться максимальной амплитуды импульса на экране осциллографа. Результат измерения амплитуды U_p занести в протокол.

А.7.3.8.9. Регулировкой частоты генератора 2 в меньшую сторону добиться уменьшения амплитуды импульса в два раза. Перевести генератор 2 в режим НГ и измерить частоту генерации f_1 по частотомеру 3. Результат занести в протокол.

А.7.3.8.10. Установить на генераторе Г4-111 вид модуляции – **ВНЕШНЯЯ АМ**. Регулировкой частоты генератора 2 в большую сторону от f_3 (по п.7.12.7) добиться уменьшения амплитуды импульса в два раза. Перевести генератор 2 в режим НГ и измерить частоту генерации f_2 по частотомеру 3. Результат занести в протокол.

А.7.3.8.11. Вычислить погрешность измерения частоты по формуле

$$\Delta f = \frac{f_1 + f_2 - f_3}{2} \cdot 100\%.$$

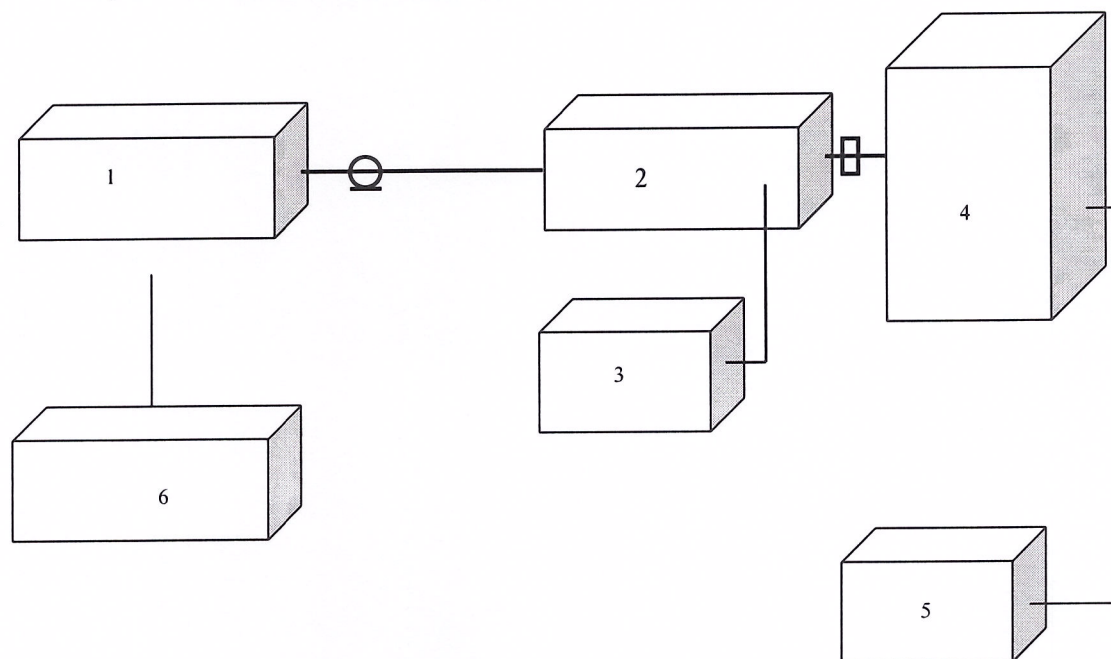
Результат занести в протокол.

А.7.3.8.12. Повторить операции по п.п. А.7.3.8.3 – А.7.3.8.11 для частот из ряда 8500; 9000; 9500; 10000; 10500; 11000; 11500; 12050 МГц.

А.7.3.8.13. Приемный блок анализатора спектра считается негодным, если погрешность определения частоты спектральных составляющих по п.А.7.3.8.12 превышает величину $\pm 1\%$.

А.7.3.9. Определение погрешности измерения уровня спектральных составляющих приемного блока стенда измерений спектральной плотности потока энергии «Спектр-3»

А.7.3.9.1. Собрать измерительную схему рис.А.8.



1 – генератор Г4-111; 2 - головка термисторная проходная КМС-23; 3 - блок измерителя мощности термисторный Я2-114; 4 - приемный блок анализатора спектра; 5 – осциллограф С1-116; 6 – генератор импульсов И1-14

Рис.А.8. Схема измерения погрешности уровня приемного блока анализатора спектра

А.7.3.9.2. Подключение головки 2 осуществляется к входу резонатора блока, подключение осциллографа С1-116 осуществляется к разъему «ВИДЕО» приемника П5-34.

А.7.3.9.3. Установить на П5-34 ослабление 0дБ, детектор – квадратический, ослабление измерительного аттенюатора – 0 дБ, частота настройки 8240 МГц.

А.7.3.9.4. Установить на генераторе Г4-111 вид модуляции – ВНЕШНЯЯ АМ, частота 8240 МГц, уровень выхода порядка 10 мкВт.

А.7.3.9.5. Установить на генераторе И1-14 длительность импульса 100 нсек, период повторения 1 мсек.

А.7.3.9.6. Вращая ручку НАСТРОЙКА приемника П5-34, добиться максимальной амплитуды импульса на экране осциллографа. Уменьшить уровень выхода генератора до тех пор, пока показания амплитуды сигнала на выходе ВИДЕО не станут меньше 10 мВ. Результат измерения амплитуды U_0 [мВ] занести в протокол.

А.7.3.9.7. Перевести генератор 1 в режим НГ и измерить уровень выхода. Результат измерения мощности P_0 [мВт] занести в протокол. Вычислить коэффициент преобразования в нижней части динамического диапазона приемного блока по формуле

$$K_0 = \frac{U_0}{P_0}, [\text{В/Вт}].$$

Результат занести в протокол.

А.7.3.9.8. Установить на генераторе 1 вид модуляции ВНЕШНЯЯ АМ. Увеличивая уровень выхода генератора, добиться отсутствия увеличения амплитуды сигнала на выходе ВИДЕО. Результат измерения амплитуды U_1 [мВ] занести в протокол.

А.7.3.9.9. В случае, если при максимальном уровне выхода генератора увеличение амплитуды не прекращается, принять за зачетный максимальный уровень выхода. Результат измерения амплитуды U_1 [мВ] занести в протокол.

А.7.3.9.10. Перевести генератор 1 в режим НГ и измерить уровень выхода. Результат измерения мощности P_1 [мВт] занести в протокол. Вычислить коэффициент преобразования в верхней части динамического диапазона приемного блока по формуле

$$K_1 = 0,71 U_1 / \sqrt{0,5 P_1}, \text{ [В/Вт]}.$$

Результат занести в протокол. В данной формуле учтено снижение верхнего уровня динамического диапазона на 3 дБ относительно уровня насыщения приемника.

А.7.3.9.11. В случае выполнения условия 7.13.9 вычислить коэффициент преобразования в верхней части динамического диапазона приемного блока по формуле

$$K_1 = U_1 / \sqrt{P_1}, \text{ [В/Вт]}.$$

Результат занести в протокол.

А.7.3.9.12. Повторить операции по п.п.7.13.3 – 7.13.12 для частот из ряда 8500; 9000; 9500; 10000; 10500; 11000; 11500; 12050 МГц.

А.7.3.9.13. По результатам, полученным в п. А.7.3.9.12 определить минимальный $K_{\min}$ и максимальный $K_{\max}$ коэффициент преобразования в диапазоне частот. Вычислить погрешность определения уровня спектральных составляющих по формуле

$$\Delta = 10 \cdot \lg \left(\frac{K_{\max}}{K_{\min}} - 1 \right), \text{ [дБ]}.$$

Результат занести в протокол.

А.7.3.9.14. Приемный блок анализатора спектра считается негодным, если погрешность измерения уровня спектральных составляющих превышает величину 5 дБ.