

ИЗМЕРИТЕЛЬ КСВН ПАНОРАМНЫЙ

Р2-135

Руководство по эксплуатации

411228.001 РЭ

Литера «О1»

2007

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение	4
2. Технические данные	4
3. Состав комплекта прибора	5
4. Описание работы прибора	6
5. Маркирование и пломбирование	11
6. Общие указания по вводу в эксплуатацию	11
7. Меры безопасности	12
8. Порядок работы	12
9. Режимы работы приборов, реализуемые оператором дополнительно	16
10. Проверка прибора	18
11. Конструкция	21
12. Указания по устранению неисправностей	22
13. Техническое обслуживание	23
14. Правила хранения	23
15. Транспортирование	23

Приложение 1. Схемы электрические принципиальные

Приложение 2. Конструкция прибора

Приложение 3. Терминатор

Приложение 4. Схема размещения ЗИП в футляре

Приложение 5. Схема упаковки прибора

Приложение 6. Схема упаковки прибора в картонной коробке

Приложение 7. Установка предохранителя

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для пояснения принципа работы измерителя КСВН панорамного Р2-135 и устанавливает порядок пользования этим прибором.

В настоящем техническом описании и инструкции по эксплуатации приняты следующие обозначения и сокращения:

- 1) СВЧ – сверхвысокие частоты;
- 2) ЗИП – запасное имущество и принадлежности;
- 3) АРМ – автоматическая регулировка мощности;
- 4) А – ослабление;
- 5) КСВН – коэффициент стоячей волны по напряжению;
- 6) измеритель – измеритель КСВН панорамный;
- 7) индикатор – индикаторное устройство;
- 8) АЦП – аналого-цифровой преобразователь;
- 9) ЗУ - запоминающее устройство;
- 10) ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь;
- 11) ДГ – датчик ослаблений;
- 12) мост (датчик КСВН) – направленный мостовой рефлектометр;
- 13) ХХ – разомкнутая нагрузка линии;
- 14) КЗ - короткозамкнутая нагрузка линии;
- 15) СН – согласованная нагрузка линии;
- 16) обратные потери - отношение отраженной мощности к падающей, выраженное в децибелах;
- 17) АИС – автоматизированная измерительная система.

1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. Измеритель КСВН панорамный Р2 – 135 (далее прибор) предназначен для измерения и панорамного отображения на экране индикатора частотных характеристик КСВН и ослабления элементов коаксиального тракта.

1.2. Прибор предназначен для работы в лабораторных и цеховых условиях, а также ремонтных мастерских и поверочных органах при температуре окружающей среды от 5 до 40 С, относительной влажности до 90% при 30 С, может храниться при температуре от минус 25 до 50 С.

Условия эксплуатации, при которых реализуется основная погрешность прибора:

- 1) напряжение питающей сети, В - 220 ± 4 , 4;
- 2) относительная влажность, % - (30-80);

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Диапазон рабочих частот прибора от 0,01 до 2,50 ГГц.

2.2. Диапазон измерения и предел допускаемой погрешности измерения КСВН соответствует значениям, приведённым в табл.2.

Диапазон измерения и предел допускаемой погрешности измерения ослабления четырехполосников с $K_{стU} \leq 1,2$ соответствует значениям таблицы 2.1.

2.3. В приборе обеспечиваются следующие режимы перестройки частоты:

- 1) ручная перестройка частоты;
- 2) автоматическая перестройка частоты с длительностью периодов 0,1, 1,0, 10,0 с и плавно регулируемой длительностью периода;

2.4. Максимальная полоса перестройки частоты не менее рабочего диапазона частот. Минимальная полоса перестройки частоты 3МГц;

2.5. Предел допускаемой погрешности отсчёта и установки частоты выходного сигнала встроенного генератора не более 10^{-3} в диапазоне частот 0,01–0,1 ГГц, 10^{-4} в диапазоне частот 0,1–0,6 ГГц и 10^{-5} от текущей частоты в диапазоне свыше 0,6 ГГц.

2.6. Максимальная мощность выходного сигнала в рабочем диапазоне частот не менее 2 мВт.

Таблица 2.1

Диапазон измерения КСВН	$K_{стU}$	1,03 – 5,0 для тракта сечением 7/3 1,05 – 5,0 для тракта сечением 3,5/1,5	
Диапазон измерения модуля коэффициентов передачи четырёхполосников	А, дБ	+30 ÷ -50	
Погрешность измерения	$\delta K_{стU}$, %	Для $K_{стU} < 2,0$	$\pm 3 K_{стU}$
		Для $K_{стU}$ от 2,0 до 5,0	$\pm 5 K_{стU}$
	+А, дБ	$\pm (0,04 Ax + 0,3)$	

где $K_{стU}$ — значение измеряемого КСВН;

Ax — модуль значения измеряемой величины в дБ.

2.7. На экране индикатора прибора в режиме автоматической перестройки могут присутствовать три частотные метки, на частотах которых отображаются результаты измерений по каждому из каналов.

2.8. Прибор обеспечивает работу с последовательным интерфейсом:

- по ГОСТ 23675-79 RS-232C (EIA-232E, EIA-232D) и RS-485;
- при значении информационных параметров:
 - 1) скорости – 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 76800, 115200 бод (бит/с),
 - 2) данные - 8 бит,
 - 3) бит «четность» - отсутствует,
 - 4) сигнал «СТОП» - 1 бит,
 - 5) принимаемые и передаваемые символы - цифры, большие латинские буквы, управляющие символы (коды) «LF», «CR»;

- выдачу показаний в виде текстовых строк, содержащих цифровые значения измеренных параметров, полярность и размерность;

- прием управляющих команд, дублирующих управление с лицевой панели прибора.

2.9. Прибор обеспечивает свои технические характеристики в пределах норм, установленных ТУ, по истечении времени установления рабочего режима, равного 15 мин.

2.10. Прибор допускает непрерывную работу в рабочих условиях в течении времени не менее 24 ч при сохранении своих технических характеристик в пределах норм, установленных в ТУ.

Примечание. Время непрерывной работы не включает в себя время установления рабочего режима прибора.

2.11. Прибор сохраняет свои технические характеристики в пределах норм, установленных ТУ, при питании его от сети переменного тока напряжением (220 ± 22) В, частотой $(50 \pm 1,0)$ Гц и $(115 \pm 5,75)$ В с частотой $(400 \pm 28-12)$ Гц.

2.12. Мощность, потребляемая прибором от сети питания при номинальном напряжении, не превышает 20 В•А

2.13. Прибор обеспечивает следующие параметры надежности, долговечности и ремонтпригодности:

- средняя наработка на отказ не менее 20000 ч;
- гамма-процентный ресурс не менее 20000 ч при $\gamma = 90 \%$;
- гамма-процентный срок службы прибора не менее 15 лет при $\gamma = 80 \%$;
- гамма-процентный срок сохраняемости не менее 10 лет для отапливаемых хранилищ или 5 лет для неотапливаемых хранилищ при $\gamma = 80 \%$;
- среднее время восстановления работоспособного состояния не более 150 мин;
- вероятность отсутствия скрытых отказов прибора за межповерочный интервал 24 мес при среднем коэффициенте использования 0,23 должна быть не менее 0,9.

2.14 Габаритные размеры, мм, не более:

1) прибора	326x129x225
2) в табельной упаковке	360x361x217
3) в транспортной упаковке	435x502x310
4) в картонной упаковке	378x284x324

2.15 Масса, кг, не более:

1) прибора	4
2) в табельной упаковке	7
3) в транспортной упаковке	16
4) в картонной упаковке	10

3. СОСТАВ КОМПЛЕКТА ПРИБОРА

3.1. Комплект прибора при его поставке приведен в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Наименование, тип	Обозначение	Кол-во		Примечание
<i>Упаковка, в ней:</i>	МЕРА.411925.004	1	-	Упаковка в кейсе
	МЕРА.411925.007	-	1	Вариант упаковки*
<u>Упаковываемое изделие:</u>				
1) Измеритель КСВН панорамный Р2-135	МЕРА.411228.002	1		
<u>Эксплуатационная документация в пакете, содержащем:</u>				
2) руководство по эксплуатации	МЕРА 411228.001РЭ	1		
3) формуляр	МЕРА 411228.001ФО	1		
<u>Запасные части и принадлежности</u>				
4) Кабель сетевой Н05VV-F		1		
5) Предохранитель		1		Размещение см. приложение 7
Футляр с ЗИП., в нем:	МЕРА.411928.008	1		
6) датчик КСВН	МЕРА.411625.007	1		
7) датчик ослаблений	МЕРА.467732.001	1		
8) кабель нуль-модемный	МЕРА.685621.011	1		
9) кабель К1	МЕРА.685621.013	2		
10) кабель	Хв4.850.353	1		
11) короткозамыкатель	ЛГ5.437.002	1		7/3,04
12) короткозамыкатель	ЦЮ5.437.007	1		3,5/1,52
13) нагрузка согласованная	ЛГ2.240.001	1		3,5/1,52
14) нагрузка согласованная	ХВ2.243.148	1		7/3,04

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
15) аттенуатор резистивный 7/3,04	МЕРА.434821.020	1	10 дБ
16) аттенуатор резистивный 7/3,04	МЕРА.434821.020-01	1	20 дБ
17) переход коаксиальный	ЕЭ2.236.461-01	1	7/3,04
18) переход коаксиальный	ЕЭ2.236.462-01	1	7/3,04
19) переход коаксиальный	ЕЭ2.236.481-02	1	3,5/1,52
20) переход коаксиальный	ЕЭ2.236.484-02	1	7/3,04 - 3,5/1,52
21) переход коаксиальный	ЕЭ2.236.485-02	1	7/3,04 - 3,5/1,52
22) переход коаксиальный	ЕЭ2.236.487-02	1	7/3,04 - 3,5/1,52

* для варианта поставки в картонной коробке без упаковки в кейс

4. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ ПРИБОРА

4.1. Принцип действия прибора

4.1.1. Структурные схемы измерения КСВН и ослабления приведены на рис.8.1, 8.2, 9.1.

Работа прибора основана на принципе сравнения сигналов при калибровке и измерении. Сигналы, пропорциональные коэффициенту ослабления, снимаются с датчика ослаблений, подключаемого как оконченная нагрузка на выход измеряемого устройства и чувствительного к прошедшей через измеряемый объект СВЧ мощности.

Сигналы, пропорциональные коэффициенту отражения, снимаются с детектора включенного во вторичный канал направленного устройства (направленный мост, именуемый “датчик КСВН”) и чувствительной к величине, отраженной от измеряемого устройства СВЧ мощности.

Для повышения точности измерений и расширения динамического диапазона измеряемых величин неквадратичность детектора корректируется при выпуске прибора из производства и не требует корректировки при подготовке прибора к работе.

В диапазоне частот применяется нормализация характеристик, позволяющая запомнить коэффициенты, характеризующие разницу отношений сигналов во всех точках характеристики, свести к нулю эту разницу при калибровке и учитывать при измерениях. Нормализация исключает необходимость в подборе идентичности частотных характеристик детекторов и наличия сигнала пропорционального мощности, падающей (поступающей) на измеряемый объект.

При использовании для измерений входа “А” или “В” вместо сигнала падающей мощности используется сигнал, запомненный при нормализации в режиме калибровки. При использовании для измерения КСВН мостов имеющих развязки 6 дБ между измерительным разъемом и генератором, влияние отражений от генератора существенно снижается, однако, для улучшения согласования и повышения точности измерений можно применять аттенуатор 10 дБ или 20 дБ.

Отсчет измеряемых значений производится на частоте метки на индикаторе прибора в зоне вывода текущей информации. Величины, характеризующие измеряемые отражения, отсчитываются в КСВН или в обратных потерях (децибелах), а величины измеряемого ослабления – в децибелах.

4.1.2. Структурная схема прибора

Прибор состоит из следующих функциональных узлов: плата управления (ПУ), устройство управления и индикации (УУИ), устройство обработки сигналов (УОС) и внешние узлы (ВУ) (рис. 4.1).

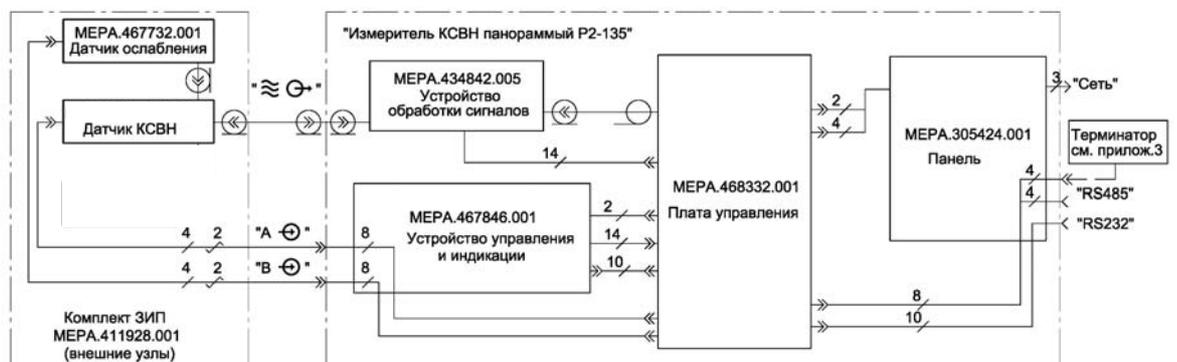


Рис. 4.1 Структурная схема прибора

Плата управления формирует воздействия и принимает данные от остальных узлов прибора. В частности, ПУ формирует управляющие напряжения СВЧ модуля, входящего в УОС, (источник зондирующего сигнала) для получения от него необходимых, в данный момент, параметров СВЧ сигнала (частота, уровень мощности). В тоже время, от модуля СВЧ получаются и обрабатываются данные по текущей частоте и мощности сигнала, позволяющие замыкать петли ФАПЧ и АРМ.

Синхронно с управлением СВЧ модулем, происходит установка режимов и обработка данных от датчиков КСВН и ослабления, что позволяет получать стабильные и достоверные панорамные изображения соответствующих параметров измеряемого четырёхполосника. Количество отображаемых на экране точек, в режиме свипирования, не зависит от диапазона перестройки и всегда равно 240.

СВЧ модуль представляет собой перестраиваемый источник СВЧ сигнала, в диапазоне от 0,01 до 2,500ГГц. В нём установлены схемы, позволяющие получать и стабилизировать необходимую выходную мощность и параметры модуляции. СВЧ модуль состоит из следующих составных частей: ГУН, гетеродин, смеситель, ФНЧ, буферный усилитель, аттенюаторы АРМ и модуляции, усилитель мощности, направленный детектор, предварительный делитель ФАПЧ.

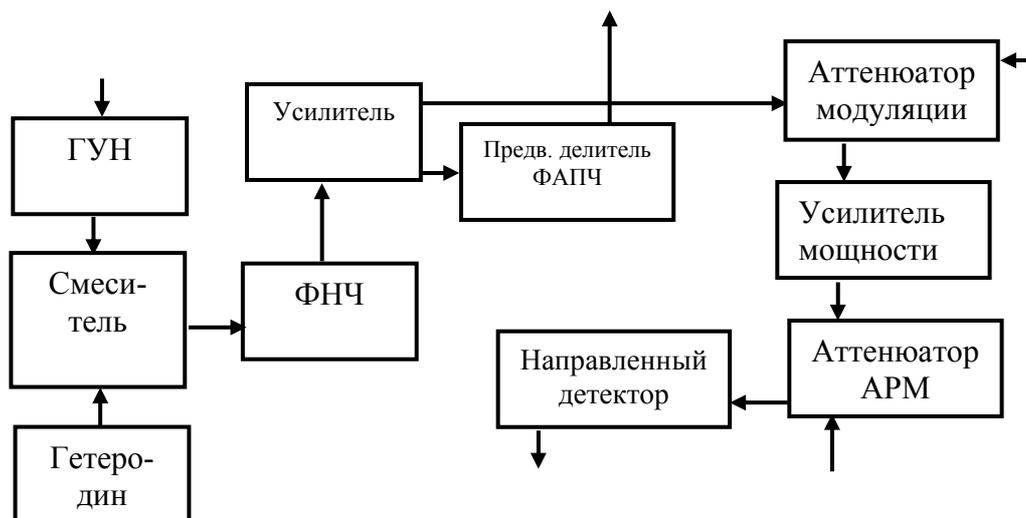


Рис. 4.2 Структурная схема СВЧ модуля

ГУН, в зависимости от управляющего напряжения, генерирует СВЧ сигнал в диапазоне 3,5-4,7ГГц. С помощью смесителя, ФНЧ и переключаемого гетеродина на 4,51 и 5,71ГГц, напряжение СВЧ ГУН переносится в диапазон частот 0,01-2,500ГГц. Далее, полученное напряжение усиливается буферным усилителем, и часть его ответвляется на предварительный делитель ФАПЧ. После буферного усилителя СВЧ сигнал попадает на аттенюатор модуляции и усилитель мощности. Далее СВЧ мощность стабилизируется аттенюатором системы АРМ. Часть усиленного и стабилизированного сигнала ответвляется направленным детектором системы АРМ, а основной СВЧ сигнал поступает на выходной разъем.

Устройство управления и индикации состоит из графического ЖКИ и устройства ввода. На ЖКИ выводятся состояние прибора и характеристики исследуемого четырёхполосника в графическом и текстовом виде. Устройство ввода представляет собой кнопочную клавиатуру, для задания режимов работы прибора, опτικο-механический энкодер, для установки параметров режимов работы и переменный резистор, для установки уровня выходной СВЧ мощности.

4.1.3. Описание работы платы управления

Основу платы управления составляют интегральные микросхемы высокой степени интеграции, что позволило добиться максимальной функциональности прибора.

Функционально плату можно разделить на следующие части: управляющую, интерфейс внешних узлов, интерфейс связи, источник питания, синтезатор, усилитель АРМ, интерфейс передней панели.



Рис. 4.3. Функциональный состав платы управления

1) Управляющая часть.

Управляющая часть состоит из микросхемы центрального процессора (CPU) D4 и микросхемы программируемой логики (FPGA) D2. Кроме этого, сюда можно отнести тактовый генератор BQ1, микросхему оперативного запоминающего устройства (RAM) D8 (ЭЗ приведены в Приложении 3). CPU выполняет функцию управления прибором, подготовкой и обработкой данных для визуализации, определением и обработкой внешних воздействий на органы управления.

Управление прибором выражается в установке режимов работы исполнительных частей платы и прибора в целом: синтезатора, АРМ, внешних узлов. Управляющее воздействие осуществляется либо оператором непосредственно с передней панели прибора кнопками, либо через управляющий компьютер и интерфейс связи. Обработка состояния клавиатуры осуществляется аналого-цифровым преобразователем (ADC), встроенным в CPU. По номеру нажатой клавиши происходит смена режима работы. Через интерфейс связи управляющий компьютер передаёт команды и принимает данные от прибора.

Данные для визуализации CPU получает с помощью FPGA, на которой, помимо другого, реализован автомат работы с внешними узлами. Данные, принятые из внешних узлов, обрабатываются CPU для отображения, и результат обработки сохраняется в RAM. Собственно отображение информации на жидкокристаллическом дисплее (LCD) осуществляет логический автомат, реализованный в FPGA. Он выбирает информацию, подготовленную CPU из RAM и, в определённом порядке, согласно спецификации на LCD, выдаёт на дисплей. Аналогично, посредством логических автоматов, реализованных в FPGA, CPU воздействует на синтезатор и СВЧ модуль. Связь CPU и FPGA осуществляется с помощью аппаратно-реализованной системной шины CPU.

2) Интерфейс внешних узлов

Управление внешними узлами осуществляется по последовательной шине со скоростью 100 кбод и линией синхронизации. Приём-передача осуществляются дифференциальными сигналами “0+”, “0-“ для первого и “2+”, “2-” для второго внешних узлов, разъёмов X7 и X8. Синхронизация осуществляется линиями SNC0 и SNC1, соответственно. В реализации шины и синхронизации, помимо CPU и FPGA, задействованы микросхемы приёмо-передатчиков D5, D6, диод VD2, резисторы R2, R3.

3) Интерфейс связи

Связь с управляющим компьютером осуществляется с помощью последовательного интерфейса с программируемой скоростью передачи данных. Физически интерфейс реализован в виде RS-232 и RS-485. Одновременная работа в разных средах не допускается.

Интерфейс среды RS-232 реализован на микросхеме D3. Из сигнала уровней TTL микросхемы CPU, она делает уровни, соответствующие RS-232. В качестве обязательных принадлежностей типового включения, на схеме присутствуют элементы C1, C2, C3, C4. Сигналы интерфейса RS-232 выводятся на разъём X5.

Интерфейс среды RS-485 реализован на микросхеме D14, R69, R70, R71, R72 и выведен на разъём X6. На микросхемах D12 и D13 сделана гальваническая развязка среды RS-485 от прибора. R63, R64, R68 осуществляют ограничение тока через микросхемы D12 и D13. R73 и R74 формируют уровень сигнала,

необходимый для нормальной работы CPU. На элементах D11, C34, C37, C38, C49, VD6 собран гальванически развязанный от остальной схемы стабилизатор питания интерфейса RS-485.

4) Источник питания.

Источник питания формирует набор напряжений для штатной работы прибора.

Напряжение переменного тока поступает с обмоток трансформатора через разъём X10 на выпрямитель VD8. Выпрямленные напряжения сглаживаются конденсаторами C50 и C51, C52. Отрицательное поступает на линейный стабилизатор D01, C02, который выдаёт напряжение “-5В”. Положительное, через L2 и L3 поступает на стабилизатор напряжения “VXX” и группу маломощных стабилизаторов, соответственно. Маломощные стабилизаторы построены на микросхемах D16, D17, D18, D10 и представляют собой импульсные стабилизаторы напряжения. Они формируют напряжения питания “VCC”, “3V”, “+30V” и напряжение подсветки для LCD. С помощью линейных стабилизаторов D19 и D20 формируются напряжения “9V” и “2V”

5) Синтезатор.

Синтезатор частоты выходного ВЧ сигнала состоит из усилителя ВЧ сигнала, делителя на дробное число, фазового детектора, усилителя сигнала рассогласования, источника напряжения частоты свободных колебаний.

Сигнал с ВЧ блока усиливается микросхемой D28 и поступает на делитель на дробное число D30, где его частота делится до частоты 2МГц. Таким образом, входной сигнал оказывается поделенным, на некоторое число, соответствующее отношению опорной и выходной частотам по формуле $N = F_{out} / (F_{ref} * Q)$, где Q – коэффициент предварительного делителя, расположенного в модуле СВЧ: 16, либо 1 и $F_{ref} = 2\text{МГц}$. Далее, с выхода делителя D30, сигнал фильтруется ФНЧ C103, C104, C105, L16, L17, R119 и поступает на микросхему D31, которая формирует из него прямоугольные импульсы уровней TTL. На микросхеме D33 выделяется сигнал, пропорциональный разности фаз между F_{ref} и делённым сигналом блока ВЧ. Он усиливается усилителем D36 и поступает на контакт VCO разъёма X14. Таким образом, цепь ФАПЧ оказывается замкнутой.

Для увеличения устойчивости петли ФАПЧ и увеличения скорости перестройки частоты блока ВЧ, предусмотрен источник напряжения частоты свободных колебаний. То есть, CPU выставляет напряжение, примерно соответствующее требуемой частоте, на блок ВЧ с помощью микросхемы D35. Это происходит практически одновременно с установкой управляющего слова в делитель на дробное число.

Так как у генератора ВЧ очень нелинейная характеристика $dU_{управления}/dF_{выхода}$, необходимо менять параметры петли ФАПЧ от текущей частоты. Коэффициенты демпфирования для разных диапазонов частот CPU изменяет с помощью микросхемы D34, резисторов R131, R132, R133, R134.

6) Усилитель АРМ

Автоматическая регулировка мощности выходного сигнала предназначена для стабилизации амплитуды выходного сигнала. Сигнал ВЧ, отвечающий с выхода блока ВЧ, поступает на термокомпенсированный направленный детектор, где преобразуется в постоянное напряжение, пропорциональное уровню ВЧ сигнала на выходе блока ВЧ.

Напряжение с детектора поступает на плату управления через контакт DET разъёма X13. Через защитный резистор R135 напряжение с детектора АРМ поступает на инвертирующую ножку дифференциального усилителя, собранного на одном элементе D32. В качестве опорного напряжения для АРМ используется сигнал LEV, источником которого является CPU. Сигнал LEV представляет собой последовательность широтно-модулированных импульсов, скважность которых меняется от 0 до 511. Проходя через ФНЧ на R120, R121, C107, C108, из сигнала LEV получается постоянное напряжение, пропорциональное скважности сигнала LEV. Это постоянное напряжение используется в качестве опорного для дифференциального усилителя АРМ. Для этого оно буферизируется повторителем на другом элементе D32, масштабируется по амплитуде делителем на R128, R129, R03, C109 и поступает на неинвертирующую ножку дифференциального усилителя на D32. Разностный сигнал усиливается по току транзистором VT1 и поступает в блок ВЧ на электронный аттенуатор, открывая или закрывая его. С помощью глубокой ООС напряжение с детектора приводится в соответствие с опорным напряжением, устанавливаемым CPU, таким образом, производя стабилизацию мощности выходного сигнала ВЧ на требуемом уровне.

Требуемый уровень мощности сигнала определяется оператором, вращающим ручку управления выходной мощностью на передней панели прибора. CPU оцифровывает состояние этой ручки и транслирует в цифровом виде в опорное напряжение АРМ, осуществляя “холодное” управление уровнем мощности ВЧ сигнала.

7) Интерфейс передней панели.

В интерфейс устройства управления и индикации входят части схемы, осуществляющие сопряжение платы с органами управления и индикацией прибора. Органами управления считаются кнопки передней панели, ручка регулировки уровня мощности сигнала ВЧ, универсальная ручка управления.

Индикация прибора осуществляется с помощью LCD модуля, закреплённого на передней панели и связанного с платой управления интерфейсным ленточным кабелем и кабелем подсветки. Управление сигналами LCD осуществляется посредством логического автомата, реализованного в FPGA. Выходные сигналы автомата с необходимыми характеристиками идут на LCD через разъём X1. Через разъём X1 осуществляется и питание LCD модуля. Управление контрастностью LCD модуля осуществляется

микросхемой D9. Широко-модулированный сигнал CTRS от CPU поступает на ФНЧ R54, C8 и преобразуется в постоянное напряжение, пропорциональное скважности CTRS. Это напряжение преобразуется D9 в напряжение контрастности LCD модуля.

Нажатие на кнопки передней панели приводит к появлению на контактах KB0 или KB1 разъёма X9 постоянного напряжения, соответствующего позиции нажатой кнопки. Напряжение измеряется CPU и, на основании его величины, делается вывод о нажатой кнопке.

Вращение ручки регулировки уровня мощности сигнала ВЧ, приводит к изменению постоянного напряжения на контакте KB3 разъёма X10. Это напряжение измеряется CPU и транслируется в опорный уровень АРМ.

Вращение универсальной ручки управления приводит к появлению на контактах REN1 и REN2 разъёма X10 прямоугольных импульсов, сдвинутых на 90° друг относительно друга. Эти сигналы идут в FPGA, где логическая схема определяет направление вращения и считает кол-во импульсов за определённое время. CPU периодически опрашивает схему подсчёта импульсов и манипулирует активным в данный момент параметром в соответствии с манипуляциями ручкой оператора.

4.1.4. Индикация режимов и результатов измерений.

Установленные режимы и результаты измерений отображаются на экране индикаторного устройства прибора, которое представляет собой графический ЖКИ.

Прибор имеет два сигнальных входа:

- вход "А" для сигнала отраженной волны;
- вход "В" для сигнала прошедшей волны.

Сигналы на эти входы поступают с выходов датчика КСВН и датчика ослаблений, в которых выполнено предварительное преобразование сигналов (аналого-цифровое и логарифмирование).

Дальнейшее преобразование сигналов с целью выделения информации о модулях коэффициентов отражения и ослабления производится методом простых арифметических действий с исследуемыми частотными характеристиками и с находящимися в памяти прибора результатами калибровки (нормализации).

Прибор обеспечивает запоминание на экране индикатора характеристик по входам "А" и "В", с целью последующего сравнения с текущими характеристиками.

4.1.5. Комплект СВЧ узлов.

В комплект поставки каждого прибора входят СВЧ узлы, предназначенные для выполнения следующих функций:

- 1) подключения измерительного тракта к выходу СВЧ прибора (кабель ВЧ, аттенуатор или непосредственная стыковка);
- 2) согласование СВЧ выхода с измерительным трактом (аттенуатор, датчик КСВН, включенный "на проход");
- 3) выделения и подачи на индикатор сигнала, пропорционального коэффициенту отражения (датчик КСВН);
- 4) выделения и подачи на индикатор сигнала, пропорционального коэффициенту ослабления измеряемого устройства (датчик ослабления);
- 5) согласования тракта (нагрузки согласованные);
- 6) подключения к измерительному тракту четырехполюсников с сечением коаксиального тракта 7/3 и 3,5/1,5 (переходы коаксиальные)

Устройства, применяемые для подключения к прибору, просты и в особых пояснениях не нуждаются.

Согласование СВЧ выхода прибора с измерительным трактом необходимо для сведения к минимуму погрешности, вызванной рассогласованием генератора.

Согласование при измерении КСВН можно улучшить с помощью аттенуатора 10дБ или 20дБ включенного на вход датчика КСВН.

При измерении ослабления также требуется хорошее согласование выхода прибора. Согласование осуществляется теми же средствами, что и при измерении КСВН, причем для этих целей может применяться датчик КСВН, имеющий переходное ослабление 6 дБ и достаточно хорошее согласование измерительного разъема.

Согласующее устройство должно участвовать при нормализации прибора.

Выделение и подача на индикатор сигналов, пропорциональных коэффициенту отражения осуществляется направленным рефлектометрическим мостом – датчиком КСВН. Основными характеристиками моста, является направленность и КСВН измерительного разъема. Величина направленности моста не менее 38дБ при КСВН не более 1,2.

Для выделения сигналов, пропорциональных прошедшей мощности, применяется датчик ослабления. Качество согласования датчика ослабления определяет погрешность измерения ослабления, поэтому его КСВН должен быть не более 1,2.

Согласованные нагрузки коаксиальные сечением 7/3,04 и 3,5/1,52 выполнены на резисторах и имеют КСВН не более 1,03 и 1,05, соответственно.

Для поверки приборов по ослаблению применяются образцовые резистивные аттенуаторы, по КСВН - образцовые рассогласованные нагрузки, выполненные на резисторах.

5. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ.

5.1 Тип прибора и его наименование, товарный знак изготовителя, знак утверждения типа средств измерения, знак соответствия нанесены в левом верхнем углу передней панели прибора, серийный номер прибора наносится на задней панели. Тип прибора и серийный номер вносятся в формуляр на прибор.

5.2. Все органы управления и подключения имеют надписи или условные графические обозначения, выполненные в соответствии с ОСТ4.270.001-84. Их функциональное назначение описано в данном руководстве.

5.3 Тип прибора и серийный номер дополнительно маркируются в зависимости от вида упаковки:
-для табельной упаковки - на ярлыке, закрепляемом на кейсе, и вносятся в укладочные и упаковочные листы;
-для коммерческой упаковки - на картонной коробке, и вносятся в укладочные и упаковочные листы.

5.4 Основные узлы прибора маркируются в соответствии с позиционными обозначениями рисунка 1 приложения 1.

5.5 Маркировка внешних узлов, выполняется на шильдиках, либо методом гравировки на корпусах устройств, входящих в комплект ЗИП.

5.6 Маркировка транспортной упаковки выполняется по ГОСТ 14192-96.

5.7 Пломбирование:

- прибор пломбируется, со стороны нижней крышки, самоклеящейся номерной пломбой-наклейкой (при вскрытии проявляется индикаторная надпись "Opened", или "Void", или "Tamper Tab"). Номер пломбы вносится в формуляр на прибор;

- для варианта табельной упаковки кейс, с упакованным прибором и комплектом ЗИП, и транспортная упаковка пломбируются пломбами 1 - 6 X 8 - АД1М по ГОСТ 18677-73 .

- для варианта коммерческой упаковки картонная коробка пломбируется оклеиванием номерной лентой-скотчем "Секьюрити Тэйп" (после попытки вскрытия – проявляется надпись "Opened").

6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВВОДУ В ЭКСПЛУАТАЦИ

6.1. Распаковывание и повторное упаковывание прибора.

6.1.1. Проверить целостность транспортной упаковки и состояние пломб на транспортном ящике. Распаковывать транспортный (тарный) ящик: снять верхнюю крышку ящика, обращая внимание на нанесенные манипуляционные знаки, затем изъять амортизационное уплотнение и пакет с кейсом.

6.1.2. Освободить кейс от упаковочных материалов, сохраняя их и транспортный ящик для повторной упаковки. Проверить пломбировку кейса.

6.1.3. Открыть кейс и извлечь футляр с комплектом ЗИП, сетевой шнур, прибор, сняв при этом амортизационные вкладыши. Проверить целостность пломбировки прибора и установить, с помощью переключателя на задней панели, требуемое напряжение сети (изготовитель поставляет прибор включенным на напряжение 220 В, 50 Гц). Перед включением прибора в сеть убедитесь в отсутствии влажного конденсата на изделии, а при его наличии просушите изделие в течение 4 часов.

6.1.4. Повторное упаковывание прибора производят обратном порядке:

- 1) прибор помещают в пакет, надевают амортизационные вкладыши и укладывают в кейс, затем в соответствии со схемой укладки футляра укладывают внешние узлы комплекта ЗИП и футляр укладывают в кейс.
- 2) кейс оборачивают оберточной бумагой, обвязывают шпагатом, помещают в пакет, который заклеивают скотчем.
- 3) данную упаковку помещают в транспортный ящик, выложенный бутимированной бумагой, свободные промежутки заполняют амортизирующим наполнителем;
- 4) крышку транспортного ящика прибивают гвоздями, обтягивают ящик по торцам стальной лентой и пломбируют.

Схема табельной упаковки прибора приведена в Приложении 5.

Схема коммерческой упаковки прибора приведена в Приложении 6.

6.2. Порядок установки

6.2.1. Проверить комплектность прибора, в соответствии с табл. 3.

6.2.2. Произвести внешний осмотр, при котором проверить:

- 1) отсутствие видимых механических повреждений;
- 2) наличие и прочность крепления органов управления и коммутации, плавность вращения ручек управления, наличие предохранителей;
- 3) чистоту разъемов.

6.2.3. Вентиляционные отверстия прибора не должны закрываться посторонними предметами.

6.2.4. Прибор должен быть расположен на рабочем столе в положении удобном для работы.

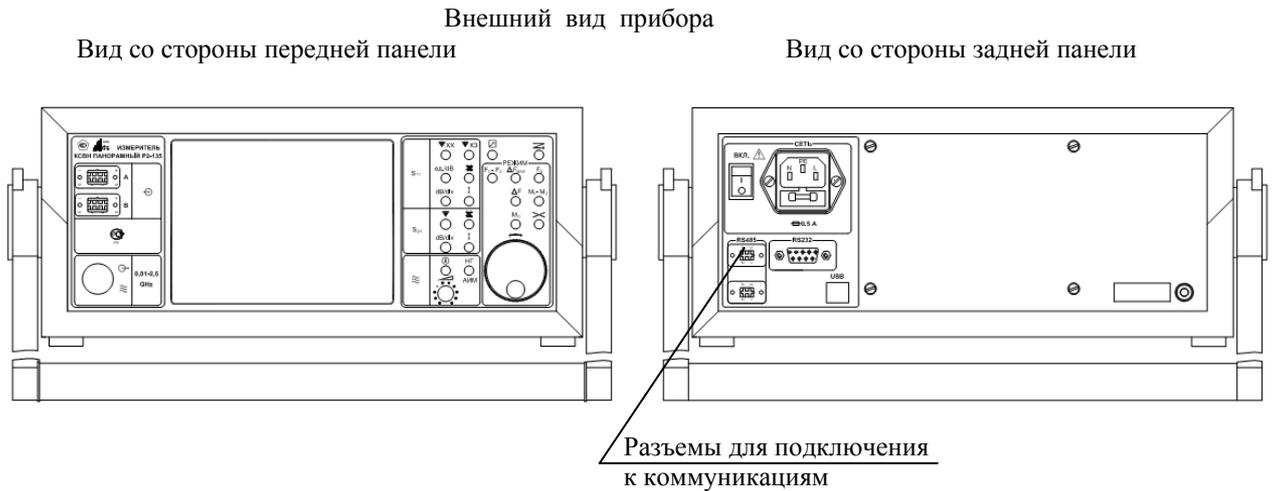
6.2.5. Собирая схемы измерения, основные СВЧ узлы желательно располагать в горизонтальной плоскости.

7. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

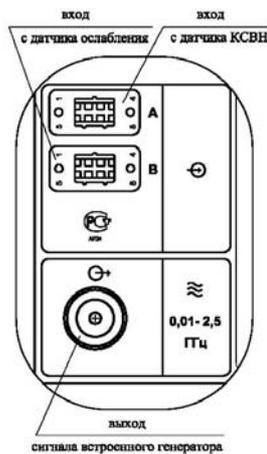
7.1. По требованию к электробезопасности прибор соответствует классу защиты 1. При работе с измерителем необходимо соблюдать правила техники безопасности работы с СВЧ приборами. Категорически запрещается эксплуатировать прибор со снятыми крышками. При работе с измерителем прибор должен быть заземлен. Перед включением прибора в сеть подсоедините заземляющий проводник к зажиму на задней панели прибора. Присоединение заземления должно производиться до других присоединений, а отсоединение после всех отсоединений.

8. ПОРЯДОК РАБОТЫ

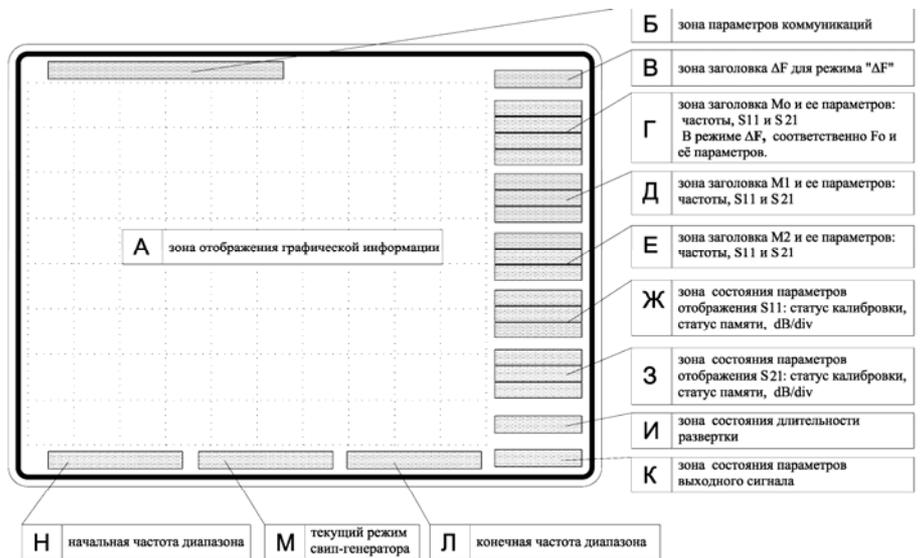
8.1. Расположение органов управления, настройка и подключение.



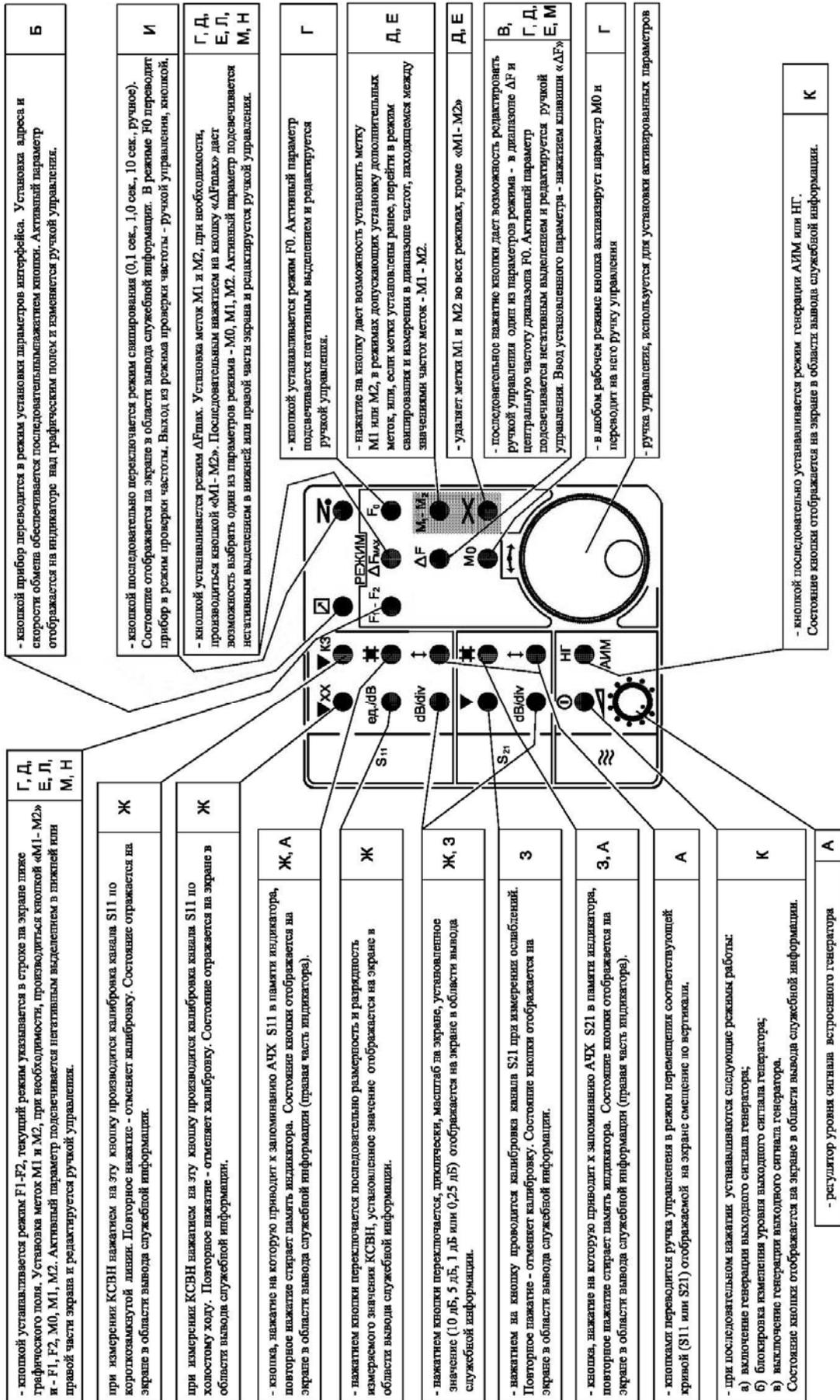
Зона подключения прибора



Размещение информационных зон на графическом ЖКИ



Органы управления



8.2. Подготовка к проведению измерений.

8.2.1. Заземлите прибор и подсоедините его к сети питания.

8.2.2. Соедините прибор и измерительные узлы по структурной схеме, представленной на рис.8.1.

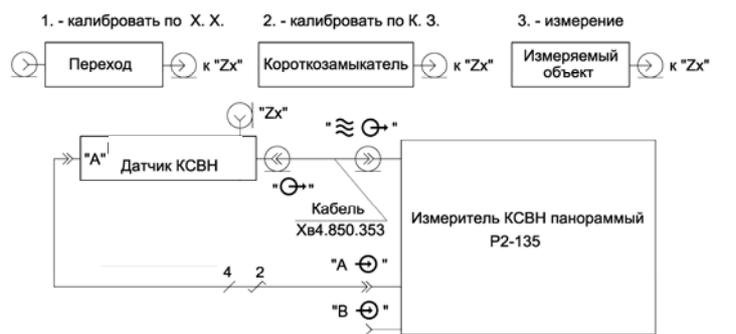


Рис.8.1. Структурная схема подключения для калибровки и измерения КСВН

8.2.3. Включите тумблер СЕТЬ.

8.2.4. После включения тумблер СЕТЬ появится подсветка индикатора, в правой и нижней его части появится информация о текущем состоянии кнопок управления и информация, отображающая установленные по умолчанию режимы работы прибора.

8.2.5. Медленно вращая ручку управления, убедитесь в том, что частота метки "M₀" устанавливается на крайние значения диапазона частот прибора, характеристика индицируется на экране и метка перемещается при вращении ручки управления.

8.2.6. Установите режимы работы и крайние частоты диапазона, в котором будут проводиться измерения, выполнив следующие операции:

- 1) Установить ручку в крайнее левое положение.
- 2) Кнопкой АИМ/НГ - установите режим генерации АИМ.
- 3) Кнопкой дБ/div установите на экране по обоим каналам масштаб 10 дБ.
- 4) Используя кнопку F₁-F₂ и ручку управления , установите требуемый диапазон частот. При необходимости, используя кнопку M₁-M₂ и последовательно кнопку F₁-F₂, выберите один из параметров режима - F₁, F₂, M₀, M₁, M₂, установив метки M₁ и M₂ на нужные вам частоты внутри установленного диапазона частот. Медленно вращая ручку управления, убедитесь в том, что показания частоты метки "M₀" в крайних положениях соответствуют установленному диапазону частот.

Внимание: В режиме, в котором установленный диапазон рабочих частот является максимальным для данного прибора и период перестройки частоты меньше 1 сек., возможна повышенная погрешность измерений в диапазоне частот 10 – 30 МГц. Для получения достоверных результатов измерений в указанном диапазоне частот необходимо установить период перестройки частоты не менее 1 сек. или задать полосу качания частоты не более 400 МГц.

5) кнопкой включите сигнал встроенного генератора.

6) проверьте качество стабилизации и пределы регулирования системы АРМ, вращая ручку и наблюдая характеристику на экране. При этом значение S₁₁ должно представлять собой линию с частотной неравномерностью не более ± 2,5 дБ в пределах регулирования выходной мощности генератора не менее чем на 8 дБ.

Вращая ручку, установите уровень выходного сигнала генератора таким, чтобы максимальное значение S₁₁ при ненагруженном измерительном раземе моста лежало в пределах 70-73 дБ.

Установленный в этих пределах уровень выходного сигнала генератора обеспечивает измерение КСВН. При этом динамический диапазон измеряемых КСВН составит 1,03-10,0. Если установить уровень выходного сигнала (значения S₁₁) в пределах 65-70 дБ, динамический диапазон уменьшится до 1,05-10,0 с незначительным уменьшением погрешности измерений КСВН.

8.3. Проведение измерений

8.3.1. Режимы работы измерителя.

Измеритель может работать в следующих режимах измерения КСВН и ослабления.

1) Измерения в установленной полосе частот в режиме автоматической перестройки частоты с периодами 0,1, 1,0 с. Эти режимы рекомендуются при настройке и регулировке СВЧ узлов.

Измерения с периодом перестройки частоты 1,0 с. обеспечивают более высокую точность и повышенный динамический диапазон измеряемых величин за счет дополнительной фильтрации шумов.

При измерениях устройств с резким изменением параметров желательно работать в минимально возможном диапазоне частот.

2) Измерения в режиме качания частоты с периодом 10 с, в установленной полосе частот, обеспечивает максимальную точность и максимальный динамический диапазон измеряемых величин за счет дополнительной фильтрации шумов.

3) Измерения при установке рабочих режимов через интерфейс. Применяется при работе измерителя в составе АИС и обеспечивает обработку результатов измерений на ПК по заданной управляющей программе.

4) Измерения в режиме качания частоты с периодом, установленным вручную, используется оператором, как альтернативный режиму с периодом качания 0,1 с.

Основным режимом при регулировочных работах является режим при длительности перестройки частоты с периодом 0,1 с.

Режим измерителя с периодами перестройки 1,0 и 10 с, рекомендуется в случае, если требуется повышенная точность и динамика измерений.

8.3.2. Панорамное измерение КСВН в установленной полосе частот.

После подготовки измерителя к измерениям проделайте операции приведенные ниже.

1) Соберите структурную схему, в соответствии с рис. 8.1, дополнив ее коаксиальными переходами, необходимыми для подключения к датчику КСВН измеряемого объекта.

2) Установите требуемые режимы работы измерителя.

3) Ручкой  и, при необходимости, подключением на выход блока измерительного или кабеля аттенюатора 10 дБ или 20 дБ, установите значение величины S_{11} на метке M_0 в пределах от 73 до 75 дБ на частоте, где сигнал минимален.

При разомкнутом измерительном разъеме в сечение подключения измеряемого объекта проведите нормализацию и калибровку по холостому ходу, нажав кнопку **▼XX**, при этом значения S_{11} на метках M_0 и M_1 , M_2 , если они активированы, должны соответствовать $0 \pm 0,3$ дБ, перестраивая частоту метки M_0 , убедитесь, что величина 0 дБ сохраняется в установленном диапазоне частот с точностью $\pm 0,3$ дБ.

Подсоедините к измерительному тракту короткозамыкатель и проведите нормализацию и калибровку по КЗ, нажав кнопку **▼КЗ**. Нажатием кнопки  заблокируйте возможность не санкционированного изменения уровня выходного сигнала.

4) Подключите к измерительному разъему измеряемый объект, нагруженный, при необходимости, согласованной нагрузкой 50 Ом.

5) Выберите нужный масштаб индикации кривой на экране кнопкой **дБ/div** в зоне S_{11} . Последовательное нажатие этой кнопки устанавливает масштабам индикации кривой 10, 5, 1 или 0,25 дБ/дел.

6) Установите метку M_0 на точку кривой, в которой необходимо выполнить измерения.

7) Отсчитайте значение КСВН (или обратных потерь), а также частоту измерения, отображаемые на экране индикатора.

ПРИМЕЧАНИЕ. Переключение разрядности и размерности отсчета КСВН (ед. – дБ) производится нажатием кнопки **ед./дБ**.

8.3.3. Панорамное измерение ослабления в установленной полосе частот.

После подготовки измерителя к проведению измерений в соответствии с п.п. 8.2.1.-8.2.5. и подпункты 1)-5) п. 8.2.6. выполните операции в последовательности приведенной ниже.

1) Соберите структурную схему, в соответствии с рис. 8.2, дополнив ее коаксиальными переходами, необходимыми для проведения калибровки и подключения датчика ослабления к измеряемому объекту.

2) Проверьте качество стабилизации и пределы регулирования системы АРМ, вращая ручку  и наблюдая характеристику на экране. При этом значение S_{21} должно представлять собой линию с частотной неравномерностью не более $\pm 2,5$ дБ в пределах регулирования выходной мощности генератора не менее чем на 5 дБ.

3) Установите требуемые режимы работы измерителя.

4) Вращая ручку , установите уровень выходного сигнала генератора таким, чтобы на частоте метки “ M_0 ” значение S_{21} лежало в пределах 73 ± 2 дБ во всем диапазоне установленных частот. Нажатием кнопки  заблокируйте возможность не санкционированного изменения уровня выходного сигнала.

Установленный в этих пределах уровень выходного сигнала генератора обеспечивает измерение ослаблений в пределах от 0 до 50 дБ. Если установить уровень выходного сигнала (значения S_{21}) в пределах 68 ± 2 дБ, уменьшится динамический диапазон измеряемых ослаблений (до 0-40 дБ) с незначительным уменьшением погрешности измерений.

Для измерения коэффициента усиления четырехполюсников установить уровень выходного сигнала в пределах 35-37 дБ, при необходимости, использовать аттенюаторы 10 дБ и 20 дБ.

5) Ручкой  и, при необходимости, подключением на выход кабеля аттенюатора 10 дБ или 20 дБ, установите в минимуме кривой значение величины S_{21} на метке M_0 в пределах от 71 до 73 дБ (или 35-37 дБ при измерении коэффициента усиления) на частоте, где сигнал минимален.

При включенных в измерительный тракт коаксиальных переходах необходимых для подключения измеряемого объекта проведите нормализацию (калибровку), нажав кнопку **▼**. При этом значения S_{21} на метках M_0 и M_1 , M_2 , если они активированы, должны соответствовать $0 \pm 0,3$ дБ.

Перестраивая частоту метки M_0 , убедитесь, что величина 0 дБ сохраняется в установленном диапазоне частот с точностью $\pm 0,3$ дБ.

6) Включите измеряемый объект в измерительный тракт.

- 7) Выберите нужный масштаб индикации кривой на экране кнопкой **дБ/div** в зоне S_{21} . Последовательное нажатие этой кнопки устанавливает масштабам индикации кривой 10, 5, 1 или 0,25 дБ/дел.
- 8) Установите метку M_0 на точку кривой, в которой необходимо выполнить измерения.
- 9) Отсчитайте значение ослабления, а также частоту измерения, отображаемые на экране индикатора.

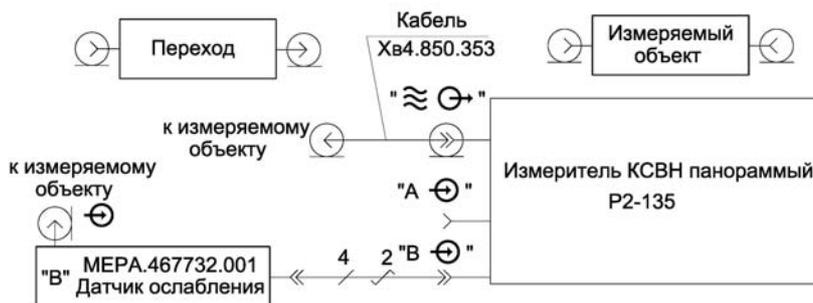


Рис. 8.2. Структурная схема подключения для калибровки и измерения ослабления

9. РЕЖИМЫ РАБОТЫ ПРИБОРОВ, РЕАЛИЗУЕМЫЕ ОПЕРАТОРОМ ДОПОЛНИТЕЛЬНО

В конкретных условиях применения могут быть реализованы режимы работы прибора, повышающие производительность труда оператора по сравнению с описанными выше, хотя погрешность измерений может увеличиться, и не будет соответствовать нормируемому в ТУ на прибор.

В процессе настройки и обработки изделий, когда измерения носят больше качественный, чем количественный характер, применение описываемых ниже режимов вполне оправдано. Окончательные измерения при сдаче изделий или паспортизации должны производиться по описанным в разделе 8 схемам включения.

9.1. Одновременно (двухканальное) измерение КСВН и ослабления.

После подготовки измерителя к проведению измерений выполните следующие операции:

- 1) Подготовьте прибор к измерениям.
- 2) Соберите структурную схему, приведенную на рис. 9.1, дополнив ее коаксиальными переходами, необходимыми для подключения к датчику КСВН измеряемого объекта.
- 3) Установите требуемые режимы работы измерителя.
- 4) Ручкой  и, при необходимости, подключением на выход кабеля аттенюатора 10 дБ, при разомкнутом измерительном разъеме установите значение величины S_{11} на метке M_0 в пределах от 71 до 73 дБ на частоте, где сигнал минимален. Нажатием кнопки  заблокируйте возможность не санкционированного изменения уровня выходного сигнала.
- 5) Проведите нормализацию (калибровку) по **XX**. При этом значения S_{11} на метках M_0 и M_1, M_2 , если они активированы, должны соответствовать $0 \pm 0,3$ дБ. Перестраивая частоту метки M_0 , убедитесь, что величина 0 дБ сохраняется в установленном диапазоне частот с точностью $\pm 0,3$ дБ. Затем выполните нормализацию (калибровку) по **КЗ**.
- 6) Подключите датчик ослабления к измерительному разъему датчика КСВН, используя при этом коаксиальные переходы, необходимые в дальнейшем для подключения, измеряемого объекта.
- 7) При включенных в измерительный тракт коаксиальных переходах необходимых для подключения измеряемого объекта проведите нормализацию (калибровку), нажав кнопку . При этом значения S_{21} на метках M_0 и M_1, M_2 , если они активированы, должны соответствовать $0 \pm 0,3$ дБ. Перестраивая частоту метки M_0 , убедитесь, что величина 0 дБ сохраняется в установленном диапазоне частот с точностью $\pm 0,3$ дБ.
- 8) Подключите измеряемый объект к измерительному разъему датчика КСВН и нагрузите его датчиком ослабления, при этом на экране будут отображаться две АЧХ, соответствующие значениям КСВН (S_{11}) и величине ослабления (S_{21}).
- 9) Выберите нужные масштабы индикации кривых на экране кнопками **дБ/div** в зонах S_{11} и S_{21} . Последовательное нажатие кнопок устанавливает масштабы индикации кривых 10, 5, 1 или 0,25 дБ/дел.
- 10) Установите метку M_0 на точку, в которой необходимо выполнить измерения.
- 11) Отсчитайте значение КСВН и ослабления, а также частоту измерения, отображаемые на экране индикатора.

Если ослабление измеряемого объекта более 10 дБ и не более 35 дБ, то можно считать результаты измерений КСВН и ослабления достоверными.

Для меньших значений измеряемого переходного ослабления измеряемые значения ослабления достоверны, а для получения достоверных значений КСВН следует заменить датчик ослабления согласованной нагрузкой. Это вызвано тем, что датчик ослабления хуже согласован, чем согласованная нагрузка, что влияет на измерение КСВН четырехполосников с малыми ослаблениями.

Использование двухканального режима очень удобно при настройке устройств, в которых КСВН и ослабление взаимосвязаны (ферритовых вентилей, аттенюаторов и др.).

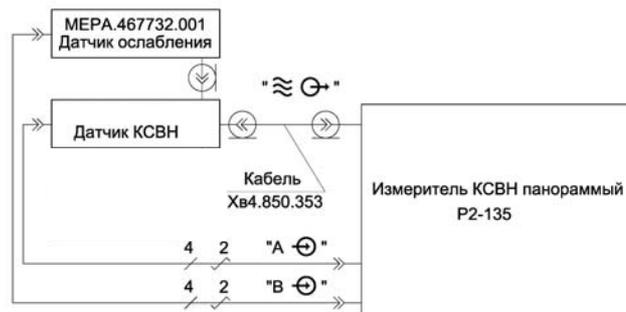


Рис. 9.1. Структурная схема подключения для двухканального измерения КСВН и ослабления

9.2. Дополнительные возможности, реализуемые в приборе:

- 1) наличие памяти по обоим измерительным каналам дает возможность наблюдать изменение характеристик устройства в процессе его настройки;
- 2) оператор имеет возможность из установленного режима F_1 - F_2 или ΔF_{\max} перейти в режим свипирования между частотами, на которые установлены метки M_1 и M_2 ;
- 3) оператор имеет возможность использовать режим «линза», в котором задается полоса перестройки частоты ΔF относительно центральной частоты F_0 , перестраивая частоту ручкой управления можно просмотреть анализируемые характеристики с большим разрешением по частоте.

9.3. Измерение при установке рабочих режимов через интерфейс

Для измерения КСВН и ослабления в режиме перестройки частоты через интерфейс, необходимо подключить компьютер кабелем RS 485 к одному из разъемов RS 485 на задней панели прибора, второй разъем RS 485 заглушить терминатором или соединить с другими приборами в сети RS485. Также можно подключить прибор нуль-модемным кабелем от разъема RS 232 к соответствующему разъему RS232 управляющего компьютера.

Выполните следующие операции.

- 1) Подготовьте прибор к работе;
- 2) Кнопкой - переводите прибор в режим установки параметров интерфейса. Бодовая скорость работы и адрес выставляются с передней панели прибора. Установка адреса и скорости обмена обеспечивается последовательным нажатием кнопки. Активный параметр отображается на индикаторе над графическим полем и изменяется ручкой управления.

Команда состоит из лидера (заголовочный символ "#"), адреса(1-31), собственно команды и атрибута команды.

С помощью команд управления выполняются функции, аналогичные нажатию на клавиши передней панели прибора.

Реакция прибора на правильную команду осуществляется выдачей строки (в кодах ASCII): 0dh,0ah,3eh. Реакция на ошибочную: 0dh,0ah,3eh,3fh.

Кроме того, прибор может выдавать значения S11 и S21 в точке M0, в виде: 53h,31h,31h,3dh,3xh,3xh,2ch,3xh,3xh,44h,42h,3bh, 53h,31h,32h,3dh,3xh,3xh,2ch,3xh,3xh,44h,42h,0dh,0ah,3eh. Что в текстовом виде будет «S11=xx,xxDB;S21=xx,xxDB», где x(3xh)-число от 0 до 9.

Перечень команд управления режимом работы:

23h,3xh,3xh,53h,3yh,0dh,0ah (#xxSY), где "Y" номер режима работы:

- 0-«dFmax»
- 1-«F1-F2»
- 2-резервировано
- 3-резервировано
- 4-«F0».

Перечень команд управления частотой:

23h,3xh,3xh,46h,31h,3dh,3xuh,3yh,3yh,3yh,3yh,3yh,0dh,0ah (#xxF1=YYYYYY).

Установка частоты F1 диапазона в режиме «F1-F2»:

23h,3xh,3xh,46h,32h,3dh,3xuh,3yh,3yh,3yh,3yh,3yh,0dh,0ah (#xxF2=YYYYYY).

Установка частоты F2 диапазона в режиме «F1-F2».

F1 должно быть меньше F2 на 3МГц минимум. Если условие не выполнится, будет выдано сообщение об ошибке и прибор установит частоты сам, исходя из собственных условий.

Например, была $F1=1233,47\text{МГц}$ и $F2=2000,00\text{МГц}$. Потребовалось установить диапазон частот $F1=2100,00\text{МГц}$ и $F2=2400,00\text{МГц}$. Если дать команду «#xxF1=210000», то прибор даст сообщение об ошибке и установит частоту $F1=1997,00\text{МГц}$ самостоятельно ($2000,00-3,00=1997,00$).

Команда управления меткой:

23h,3xh,3xh,4dh,3dh,3xuh,3yh,3yh,3yh,3yh,3yh,0dh,0ah (#xxM=YYYYYY) Установка частоты метки M0.

Метка может быть установлена на любую частоту внутри текущего диапазона частот. Т.е. 10-2500МГц в режиме «dFmax», или больше или равно F1 и меньше или равно F2, в режиме «-F1-F2». Если

пытаться установить метку вне диапазона, будет сообщение об ошибке и метка ограничится той или иной границей диапазона.

Команда запроса S11 и S21:

23h,3xh,3xh,47h (#xxG)

Команда установки уровня мощности:

23h,3xh,3xh,50h,3yh,3yh,3yh,3yh,0dh,0ah (#xxPYYYY), где YYYYY - число 0000-1023. При 0000 мощность выключена, при 1023 – максимальна.

Команда установки скорости свипа:

23h,3xh,3xh,54h,3yh,0dh,0ah (#xxTY). Где Y – режим свипа:

0-«0,1сек»

1-«1 сек»

2-«10 сек».

3) Установите, используя выше приведенные команды и в зависимости от измеряемого параметра необходимые режимы работы.

4) Выполните калибровку прибора.

5) Запросите значения измеренных величин.

10. ПОВЕРКА ПРИБОРА

10.1. Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки измерителей КСВН панорамных P2–135, находящихся в эксплуатации, на хранении и выпускаемых из ремонта. Поверка измерителей должна производиться не реже одного раза в 12 мес.

10.2. Операции и средства поверки.

10.2.1. При проведении поверки должны выполняться операции и применяться средств поверки, указанные в табл.10.1.

Таблица 10.1

Номер пункта раздела поверки	Наименование операции	Проверяемая отметка	Допускаемая погрешность или предельное значение параметра	Средство поверки	
				образцовое	вспомогательное
10.4.1	Внешний осмотр	-	-	-	-
10.4.2	Опробование	-	-	-	-
10.4.3	Определение погрешности измерения КСВН	КстU = 1,4 и КстU = 2,0 Частоты поверки 0,01; 1,2; 2,5 ГГц	(3КстU)% (3КстU)%	Набор образцовых мер модуля и фазы КСВН НЗ-1	Цифровое табло измерителя
	Определение погрешности измерения ослабления	10дБ 50дБ Частоты поверки 0,01; 1,2; 2,5 ГГц	$\pm (0,04A+0,3)$ дБ	Набор образцовых мер модуля и фазы коэффициентов передачи НЗ-7	Цифровое табло измерителя
10.4.3	Определение погрешности отсчета и установки частоты	Частоты поверки 0,01;0,1;0,6; 1,2; 2,5ГГц	0,01-2,50 ГГц $10^{-3} - 1 \times 10^{-5}$	Частототомер ЧЗ-66	Аттенуатор 10дБ ХВ2.243.157-03
	Определение максимального значения уровня выходной мощности	Рабочий диапазон частот	не менее 2мВт	Измеритель мощности МЗ-54 (МЗ-51 с аттенуатором ХВ2.243.157-02	Аттенуатор 10дБ ХВ2.243.157-02
	Проверка присоединительных размеров измерительного тракта				КИСК-7 КИСК-3,5

ПРИМЕЧАНИЕ:

1. Вместо указанных в табл.10.1. образцовых и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.

2. Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах о поверке).

3. Операции поверки по пп.4.3.,10.4.4 должны проводиться при выходе измерителей из ремонта.

4. При проведении поверки измерителей рекомендуется применяться средства поверки, указанные в табл. 10.2.

Таблица 10.2

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	Номинальное значение или пределы измерения	Погрешность		
Нагрузка - “ -	К _{ст1} = 1,4 К _{ст1} = 2,0	± 1,5% ± 2%	Набор образцовых мер модуля и фазы КСВН НЗ-1	Сечение тракта 7/3,04 мм,
Аттенюатор - “ -	10 дБ 50 дБ	± 0,15 дБ ± 0,7 дБ	Набор образцовых мер модуля и фазы коэффициентов передачи НЗ-7	Сечение тракта 7/3,04 мм
Нагрузка - “ -	К _{ст1} = 1,4 К _{ст1} = 2,0	± 1,5% ± 2%	Набор образцовых мер модуля и фазы КСВН НЗ-1	Сечение тракта 3,5/1,52 мм
Комплект измерителей соединителей коаксиальных			КИСК-7 КИСК-3,5	7/3,4 мм 3,5/1,52 мм
Частотомер электронно-счетный	0,01-2,50 ГГц	10 ⁻⁶	ЧЗ-66	

10.3. Условия поверки и подготовки к ней.

10.3.1. При проведении операции поверки должны соблюдаться следующие условия:

- 1) температура окружающей среды (20±5)°С;
- 2) относительная влажность воздуха 30-80;
- 3) атмосферное давление 84-106 кПа 630-795 мм рт. ст.
- 4) напряжение сети (220± 4,4)В, частота (50±0,4) Гц, содержание гармоник не более 5%.

10.3.2. Перед проведением операций поверки необходимо выполнить подготовительные работы, оговоренные в разделе 8 руководства по эксплуатации.

10.4. Проведение поверки.

10.4.1. Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра должно быть проверено:

- отсутствие механических повреждений, влияющих на точность измерителя;
- наличие и прочность крепления органов управления и коммутации;
- чистота гнезд разъемов и клемм;
- состояние соединительных кабелей;
- состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировки.

Результаты поверки считаются положительными, если комплектность и внешний вид прибора соответствуют требованиям РЭ.

10.4.2. При опробовании должны быть проведены операции подготовки прибора к проведению измерений согласно п.8.2.

Результаты опробования считаются положительными, если все операции пункта 8.2 руководства по эксплуатации выполняются и показания измерителя КСВН находятся в пределах $-(75 \pm 2)$ дБ.

10.4.3. Определение погрешности измерений КСВН в диапазоне рабочих частот.

Операции поверки проводятся в следующей последовательности:

- 1) подготовьте измеритель к измерению КСВН согласно п.8.2 РЭ;
- 2) подключите в измерительный тракт в качестве измеряемого объекта образцовую нагрузку сечением $7/3,04$ с = 1,4.

- 3) измерьте величину КСВН по методике п.8.3.2 в диапазоне частот от 0,01 ГГц до 2,5 ГГц;
- 4) измерьте аналогично величину КСВН образцовой нагрузки сечением $7/3,04$ с КстU = 2,0;
- 5) вычислите погрешность измерения КСВН в процентах по формуле:

$$\delta \text{ КстU} = (\text{КстU}_{\text{изм.}} - \text{КстU}_{\text{н.}}) / \text{КстU}_{\text{изм.}},$$

при 3^x частотах, на которых $|\delta \text{ КстU}|$ имеет максимальное значение,

где $\text{КстU}_{\text{изм.}}$ - измеренное значение КСВН;

$\text{КстU}_{\text{н.}}$ - значение КСВН образцовой нагрузки;

- 6) аналогичным образом с использованием образцовых нагрузок сечения $3,5/1,52$ определяется погрешность измерений КСВН в тракте сечением $3,5/1,52$.

За погрешность измерений КСВН в диапазоне частот принимают наибольшее (по абсолютной величине) значение, вычисленное по формуле.

Результаты поверки считаются положительными, если максимальное значение

$|\text{КстU}| \leq 3\text{K}\%$ на всех частотах в диапазоне от 10 МГц до 2,5 ГГц.

10.4.4. Определение погрешности измерения ослабления в диапазоне частот.

Операции поверки проводятся в следующей последовательности:

- 1) подготовьте измеритель к измерению ослаблений согласно п. 8.2;
- 2) включите в измерительный тракт в качестве измеряемого объекта образцовый аттенуатор (см. табл. 10.2.);
- 3) измерьте величину ослабления по методике п.8.3.3 в диапазоне частот от 0,01 ГГц до 2,5 ГГц;

- 4) вычислите погрешность измерения ослабления при 3^x частотах, на которых $|\Delta \text{Ax}|$ имеет максимальное значение в децибелах по формуле:

$$\Delta \text{Ax} = \text{Аизм.} - \text{Аат.},$$

где Аизм. - измеренное значение ослабления;

Аат. - значение ослабления, указанное в паспорте аттенуатора.

За погрешность измерения ослабления, для каждого из измеряемых аттенуаторов, принимают наибольшее (по абсолютной величине) значение, вычисленное по формуле.

Результаты поверки считаются положительными, если на всех частотах диапазона от 0,01 ГГц до 2,5 ГГц

$|\Delta \text{Ax}| < 0,7$ дБ для аттенуатора 10 дБ.

$|\Delta \text{Ax}| < 2,3$ дБ для двух последовательно включенных аттенуаторов 10 дБ и 40 дБ.

10.4.5. Определение погрешности отсчета и установки частоты проводится на частотах, указанных в табл. 10.1.

Операции поверки проводятся в следующей последовательности:

- 1) переведите  ручку в крайнее левое положение;
- 2) подсоедините СВЧ выход прибора с помощью кабеля и аттенуатора 10 дБ (из комплекта прибора) к входу частотомера;
- 3) нажмите кнопку F_0 , установите режим перестройки частоты F_0 ;
- 4) кнопкой  включите генерацию выходного сигнала, включите режим генерации НГ и установите ручкой управления частоту F_0 равной 10МГц;
- 5) с помощью кнопки  переведите прибор в режим проверки частоты;
- 6) плавно поворачивая ручку  вправо добейтесь устойчивого отсчета частоты частотомером и зафиксируйте измеренное значение частоты $f_{\text{изм.}}$;
- 7) вычислите погрешность установки и отсчета частоты по формуле:

$$\delta f = (f_{\text{изм.}} - f_{\text{уст.}}) / f_{\text{уст.}}, \text{ где}$$

$f_{\text{уст.}}$ - частота установленная оператором;

- 8) аналогичным образом определите погрешность установки и отсчета частоты в точках 0,6 ГГц и 2,4 ГГц;

Результаты поверки считаются положительными, если измеренная погрешность отсчета и установки частоты не превышает $\pm 10^{-3}$, на частотах 10 и 100МГц, $\pm 10^{-4}$ на частоте 0,6 ГГц и $\pm 10^{-5}$ на частотах 1,2 и 2,5 ГГц.

10.4.6. Проверка присоединительных размеров измерительного тракта.

Присоединительные размеры проверяют на соответствие ГОСТ 13317-89 с помощью комплекта измерителей соединителей коаксиальных КИСК-7 и КИСК-3,5. Результаты поверки считаются положительными, если присоединительные размеры соответствуют ГОСТ 13317-89.

10.5. Оформление результатов поверки.

10.5.1. Результаты поверки оформляют в порядке, установленном РД50-660-88.

10.5.2. Приборы, не прошедшие поверку (имеющие отрицательные результаты поверки), запрещаются к выпуску в обращение и применение.

11. КОНСТРУКЦИЯ.

Измеритель состоит из двух частей - блока измерительного и комплекта внешних измерительных узлов, размещенных в футляре (приложение 4), из которых собирается измерительный СВЧ тракт.

Конструкция датчика КСВН и датчика ослабления, схемы электрические принципиальные, расположение элементов на ППМ – приведены на рисунках 5.1 ... 5.3, 6.1 ... 6.5 приложения 1.

ВНИМАНИЕ! Снятие нагрузки согласованной с датчика КСВН МЕРА.411625.001, подключенной к входу Z_0 , может привести к необходимости перенастройки датчика.

Соединение измерительного тракта с прибором производится гибким кабелем.

Коаксиальные измерительные СВЧ узлы располагаются, при использовании кабеля, на столе.

При работе в сечении 3,5/1,52 мм следует соблюдать осторожность при стыковке разъемов и не нагружать скрученные разъемы узлами, имеющими вес более 0,6 кг, а использовать подставки.

Блок измерительный - выполнен в пластмассовом корпусе фирмы ОКW, размещение основных узлов приведено в приложении 2.

Основные узлы:

Устройство обработки сигналов.

Конструкция, входящего в устройство обработки сигналов, блока обработки сигналов БОС-1М - приведена на рисунках 4.1 ... 4.8 приложения 1.

Устройство управления и индикации (передняя панель).

План расположения элементов и схема электрическая принципиальная, входящей в него платы коммутации, приведены на рисунках 3.1 и 3.2 приложения 1.

Плата управления - схема электрическая принципиальная и план расположения элементов на ППМ приведены на рисунках 2.1 ... 2.8 приложения 1.

Панель (задняя). На ней размещены: сетевой фильтр, с предохранителем и вилкой для подключения сетевого кабеля, трансформатор ИП и разъемы для подключения КОП RS232 и RS4

12. УКАЗАНИЯ ПО УСТРАНЕНИЮ НЕИСПРАВНОСТЕЙ.

12.1. Перечень характерных возможных неисправностей измерителя, внешние их проявления и вероятные причины, а также методы устранения этих неисправностей приведены в табл.12.1.

Таблица 12.1

Внешнее проявление неисправностей и дополнительный признак	Вероятная причина	Метод устранения
На экране отсутствует сигнал (линия) датчика ослабления, индикатор исправен, уровень отраженной мощности индицируется и находится в допустимых пределах	Вышел из строя СВЧ диод в датчике ослабления, нет контакта в разъемах кабеля, соединяющего датчик с прибором	Проверить диод, проконтролировать качество соединений. Отремонтировать кабель.
На экране отсутствует сигнал (линия) отраженной мощности, уровень сигнала датчика ослабления нормальный	Вышел из строя СВЧ диод в датчике КСВН. Нет контакта в разъемах кабеля, соединяющего датчик КСВН с прибором	Проверить диод, проконтролировать качество соединений. Отремонтировать кабель. Датчики КСВН при выходе из строя встроенного в него диода подлежат ремонту на заводе-изготовителе.
На экране отсутствует сигнал (линия) отраженной мощности, и датчика ослабления	Вышел из строя СВЧ кабель. Отсутствует сигнал на выходе прибора	Отремонтировать или заменить СВЧ кабель. Устранение остальных неисправностей производить на заводе-изготовителе.
При включении сетевого выключателя прибор не работает, индикатор не светится.	Перегорел предохранитель. Обрыв в сетевом кабеле. Обрыв в первичной обмотке трансформатора или неисправен тумблер.	Заменить предохранитель. Отремонтировать кабель питания. Проверить цепь питания со стороны вилки на задней панели и устранить обнаруженную неисправность.
При включении прибора в сеть перегорает предохранитель.	Неисправен силовой трансформатор, пробой активных элементов выпрямителя или конденсаторов.	Проверить трансформатор, выпрямитель. Неисправные элементы заменить.
Отсутствует реакция измерителя на нажатие кнопки	Отсутствует контакт в кнопке, неисправность на плате лицевой панели	Обнаружить дефект и устранить неисправность

13. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.

13.1. Техническое обслуживание проводится с целью продления срока службы измерителя.

13.2. Виды профилактических работ и их периодичность перечислены в табл. 13.1

Таблица 13.1

Выполняемые профилактические работы	Срок выполнения
1. Внешний осмотр прибора: 1) проверка крепления органов управления, правильность их действия и четкости фиксации; 2) проверка состояния лакокрасочных и гальванических покрытий; 3) проверка комплектности прибора	При периодических поверках и после хранения на складе
2. Осмотр внутреннего состояния прибора: 1) проверка крепления блоков и деталей, состояния паек; 2) чистка прибора	Один раз в два года, после истечения гарантийного срока и после хранения на складе более трех лет
3. Осмотр внешних узлов: 1) произведите внешний осмотр измерительных разъемов, определите степень износа, удалите вкрапления металла на опорных шайбах и поверхностях разъемов, промой их этиловым спиртом;	Один раз в год

13.3. При проведении профилактических работ отключите прибор от сети

13.4. После проведения технического обслуживания проведите поверку прибора;

13.5. Сделайте в формуляре отметку о проведенном техническом обслуживании.

14. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

14.1. Прибор, поступающий на склад потребителя, может храниться в упакованном виде в течение кратковременного (гарантированного) срока хранения.

14.2. При длительном хранении прибор должен находиться в упакованном виде и содержаться в отапливаемых хранилищах до 10 лет (температура окружающей среды от 5 до 40°C) относительная влажность до 80 % при 25°C или в неотапливаемых хранилищах до 5 лет (температура окружающей среды от минус 30 до плюс 50°C, относительная влажность до 90 % при 30°C).

14.3. В помещениях для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, вызывающих коррозию.

15. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ.

15.1. Условия транспортирования прибора должны соответствовать ГОСТ 22261-94

15.2. Климатические условия транспортирования не должны выходить за пределы заданных предельных условий:

- температура окружающего воздуха от минус 25 до +55 °C;

- относительная влажность окружающего воздуха 95 % при температуре 25 °C.

15.3. Прибор должен допускать транспортирование всеми видами транспорта в упаковке при условии защиты от прямого воздействия атмосферных осадков.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	№ документа	Входящий № сопроводительного докум. и дата	Подп.	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					