

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ ФБУ
«ГНМЦ Минобороны России»



В.В. Швыдун

2015 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Измеритель КСВН и ослабления панорамный Р2-123М
фирмы «Elmika, CJSC», Литва

Методика поверки

г.р. 62149-15

2015 г.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на измеритель КСВН и ослабления панорамный Р2-123М, зав.№ 402-88-01 (далее - измеритель) и устанавливает порядок и объем его первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками - 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
3 Определение метрологических характеристик:	8.3		
3.1 Определение КСВН входа/выхода аттенюатора поляризационного	8.3.1	да	да
3.2 Определение значений начального ослабления аттенюатора поляризационного	8.3.2	да	да
3.3 Определение погрешности установки ослабления аттенюатора поляризационного в диапазоне ослаблений от 0 до 30 дБ	8.3.3	да	да
3.4 Определение диапазона рабочих частот аттенюатора поляризационного	8.3.4	да	да
3.5 Определение диапазона рабочих частот и относительной погрешности установки частоты выходного сигнала измерителя	8.3.5	да	да
3.6 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи измерителем	8.3.6	да	да
3.7 Определение диапазона и относительной погрешности измерений КСВН измерителем	8.3.7	да	да
3.8 Проверка идентификационных признаков программного обеспечения (ПО)	8.3.8	да	да

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, представленные в таблице 2.

Таблица 2

№ пункта методики поверки	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
1	2
8.3.1, 8.3.2, 8.3.3, 8.3.4	Установка высшей точности «Браслет-10Д» (далее – УВТ): рабочий диапазон частот от 118,1 до 178,4 ГГц
8.3.5	Частотомер электронно-счетный РЧЗ-73: диапазон измерений частоты от 118,1 до 178,4 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты $\pm 5 \cdot 10^{-7}$
8.3.1, 8.3.4	Линия измерительная Р1-42: рабочий диапазон частот от 118,1 до 178,4 ГГц, сечение волновода - $(1,6 \times 0,8)$ мм, собственный $K_{сгн}$ линии – 1,05, пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН - $\pm 7,5$ %
8.3.1, 8.3.4	Измеритель отношения напряжений В8-7: диапазон измеряемых отношений от 1 до 31 600, диапазон входных напряжений $(0,2 - 10\ 000)$ мкВ, относительная погрешность измерений отношений напряжений по цифровому индикатору относительно точки 1,0 не превышает 0,9 %
8.3.7	Комплект поверочный КП-КСВН-02 из состава измерителя: рабочий диапазон частот $118,1 \div 178,4$ ГГц, значения КСВН нагрузок: НСП-15 $1,08 \pm 0,08$; НСП-15 с НРН-11 $1,2 \pm 0,15$; НСП-15 с НРН-13 $1,4 \pm 0,15$; НСП-15 с НРН-14 $2,0 \pm 0,15$
8.3.6	Аттенюатор поляризационный АП-19 из состава измерителя: рабочий диапазон частот $118,1 \div 178,4$ ГГц, диапазон выставляемых ослаблений от 0 до 30 дБ, значение начального ослабления, не более 2,5 дБ

3.2 Допускается использование других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих метрологические и технические характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в таблице 2.

3.3 Все средства поверки должны быть утверждённого типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке (отметки в формулярах или паспортах).

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки измерителя допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим техническим образованием, имеющим опыт работы с радиотехническими установками, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке и имеющие право на осуществление поверочной деятельности (аттестованными в качестве поверителей по ГОСТ 20.2.012-94).

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.2 К работе на измерителе допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94, ГОСТ Р 51350-99, инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

5.3 Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности заземления аппаратуры.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Поверку проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5 ;
- относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, % 65 ± 15 ;
- атмосферное давление, мм рт. ст. 750 ± 30 ;
- параметры питания от сети переменного тока:
 - напряжение, В от 198 до 242;
 - частота, Гц от 49,5 до 50,5.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выполнить операции, оговоренные в руководстве по эксплуатации (РЭ) на поверяемый измеритель по его подготовке к проведению измерений;
- выполнить операции, оговоренные в РЭ на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев приборов для установления их рабочего режима.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре проверить:

- наличие товарного знака фирмы-изготовителя, серийного номера, года изготовления;
- комплектность измерителя согласно формуляра;
- состояние лакокрасочного покрытия;
- чистоту гнезд, разъемов, клемм;
- отсутствие механических, электрических, химических и тепловых повреждений;
- возможность сочленения электрических и СВЧ соединителей измерителя;
- исправность органов управления на лицевых панелях генератора качающей частоты (далее – генератор) и блока предварительной обработки сигнала.

8.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются все перечисленные требования.

8.2 Опробование

8.2.1 Собрать измеритель согласно эксплуатационной документации.

8.2.2 До включения измерителя провести следующие действия: переключатель «СЕТЬ» генератора, блока предварительной обработки сигнала установить в положение выключено, а также выключить компьютер.

Подключить генератор и блок предварительной обработки сигнала к сети электропитания при помощи сетевых кабелей, входящих в комплект прибора, включить компьютер.

Включить измеритель: для чего на передних панелях генератора сигналов, блока предварительной обработки сигнала перевести переключатель «СЕТЬ» в положение «ВКЛ.». Запустить на компьютере, подключенному к измерителю, установленную программу Scalar.exe.

На экране компьютера должна появиться виртуальная панель управления измерителем. Запустить программу измерителя, нажав на кнопку => в программе в левом верхнем углу экрана. Некоторое время будет происходить установка рабочих режимов генератора. При этом

на экране будет появляться предупреждение “Mode setting! Please wait!” («Установка режимов! Подождите пожалуйста!»). Затем на экране появится окно с предупреждением “Coefficient calculation! Please wait some seconds!” («Идёт перерасчёт коэффициентов! Подождите пожалуйста!»). После исчезновения предупреждения измеритель готов к работе, при этом должно появиться меню управления измерителем.

8.2.3 Результаты поверки считать положительными, если не отображается информация об ошибках.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение КСВН входа/выхода аттенюатора поляризационного

8.3.1.1 Собрать схему согласно рисунку 1.

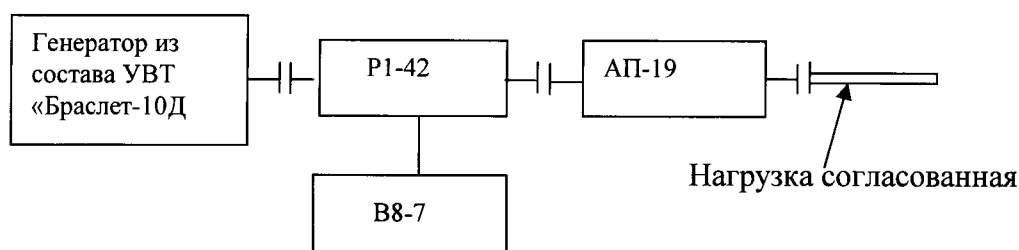


Рисунок 1. Схема измерения КСВН аттенюатора.

8.3.1.2 Аттенюатор присоединить к линии измерительной Р2-42 входным фланцем волновода.

8.3.1.3 На аттенюаторе установить минимальное ослабление, совместив риску лимба с нулевым показанием шкалы аттенюатора.

8.3.1.4 Провести измерения КСВН входа аттенюатора линией измерительной Р2-42 методом «максимума-минимума» на следующих частотных точках: 118,1; 120,0; 125,0 ГГц и далее через 5 ГГц до конечной частоты. Провести не менее трех измерений на каждой частоте, каждый раз сбивая и устанавливая нулевые показания шкалы аттенюатора. За результат измерений на каждой частоте взять среднее значение. Измеренные значения КСВН занести в протокол.

8.3.1.5 Последовательно устанавливая на аттенюаторе следующие значения ослаблений: 10, 20, 30 дБ, провести измерения КСВН входа аттенюатора на следующих частотных точках: 118,1; 120,0; 125,0 ГГц и далее через 5 ГГц до конечной частоты. Провести не менее трех измерений на каждой частоте, каждый раз сбивая и устанавливая показания шкалы аттенюатора на соответствующие значения ослаблений. За результат измерений на каждой частоте взять среднее значение. Измеренные значения КСВН занести в протокол.

8.3.1.6 Присоединить выход аттенюатора к линии измерительной Р1-42, а к входу аттенюатора присоединить согласованную волноводную нагрузку. Повторить измерения по п. 8.3.1.3 – 8.3.1.5.

8.3.1.7 Результаты поверки считать положительными, если КСВН входа/выхода аттенюатора не более 1,25.

8.3.2 Определение значений начального ослабления аттенюатора поляризационного

8.3.2.1 Провести предварительную установку режима работы аттенюатора, для этого, установить шкалу аттенюатора в крайнее правое положение (поворот барабана по часовой стрелке в крайнее положение) и не допуская поворотов по часовой стрелке совместить риску лимба с нулевым показанием шкалы аттенюатора (таким образом исключая влияние люфта червячного механизма на погрешность установки коэффициента передачи (ослабления)).

8.3.2.2 Провести подготовку УВТ в соответствии с ее ЭД.

8.3.2.3 Присоединить аттенюатор поляризационный к УВТ и провести измерения ослабления аттенюатора поляризационного на следующих частотах: 118,1; 120,0; 125,0 ГГц и далее через 5 ГГц до конечной частоты. Измеренное на УВТ значение начального ослабления аттенюатора поляризационного вычислить по формуле 1.

$$A_{ATT} = 10 \log \frac{P_{ВХ}}{P_{ВЫХ}}, \quad (1)$$

где $P_{ВХ}$ и $P_{ВЫХ}$ – мощность СВЧ подаваемая на вход аттенюатора поляризационного и снимаемой с его выхода соответственно.

Измерения на каждой частоте провести с тремя переподключениями аттенюатора поляризационного. За результат измерений на каждой частоте взять среднее значение. Рассчитанные значения ослабления занести в протокол.

8.3.2.4 Результаты поверки считать положительными, если значение начального ослабления аттенюатора поляризационного не более 2,5 дБ.

8.3.3 Определение погрешности установки ослабления аттенюатора поляризационного в диапазоне ослаблений от 0 до 30 дБ

8.3.3.1 Провести операции согласно п. 8.3.2.1 и п. 8.3.2.2.

8.3.3.2 Присоединить аттенюатор поляризационный к УВТ и провести измерения ослабления аттенюатора на следующих частотных точках: 118,1; 120,0; 125,0 ГГц и далее через 5 ГГц до конечной частоты для следующих значений ослабления: 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 25, 30 дБ (не допуская поворотов по часовой стрелке совместить риску лимба с показаниями шкалы аттенюатора «1», «2» и т.д., таким образом исключая влияние люфта червячного механизма на погрешность установки коэффициента передачи). Для каждого выставленного значения ослабления проводить не менее трех измерений с переподключением аттенюатора поляризационного. Значения ослаблений рассчитывать по формуле 1. За результат измерений для каждого выставленного значения ослабления взять среднее значение. Рассчитанные значения ослабления занести в протокол.

8.3.3.3 В диапазоне ослаблений от 0 до 10 дБ рассчитать абсолютную погрешность установки ослабления, как разность измеренного и установленного по шкале значения по формуле 2:

$$\Delta A_X = A_{ATT} - A_{УВТ}, \quad (2)$$

где $A_{УВТ}$ - значение ослабления аттенюатора измеренное с помощью УВТ с учетом значений, полученных по п.п. 8.3.2;

A_{ATT} - установленное значение ослабления на аттенюаторе.

8.3.3.4 В диапазоне ослаблений от 10 до 30 дБ рассчитать относительную погрешность измерений ослабления по формуле 3:

$$\delta A = \frac{A_{ATT} - A_{УВТ}}{A_{УВТ}} \cdot 100, \quad (3)$$

8.3.3.5 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности ослабления в диапазоне ослаблений не превышают:

- от 0 до 10 дБ находятся в пределах $\pm 0,2$ дБ;
- св. 10 до 30 дБ находятся в пределах ± 2 %.

8.3.4 Определение диапазона рабочих частот аттенюатора поляризационного

8.3.4.1 Диапазон рабочих частот проверяется при проведении измерений, указанных в пунктах 8.3.1÷ 8.3.3.

8.3.4.2 Результаты поверки считать положительными, если по п. 8.3.1– п. 8.3.3 получены положительные результаты.

8.3.5 Определение диапазона рабочих частот и относительной погрешности установки частоты выходного сигнала измерителя

8.3.5.1 Подсоединить частотомер к измерительному порту измерителя.

8.3.5.2 В программе выбрать в меню “Measurement” («Измерения») режим измерения на фиксированной частоте “Measur. at Single Frequency” («Измерение на фиксированной частоте») и установить частоту сигнала 118,1 ГГц.

8.3.5.3 Провести измерение частоты выходного сигнала с использованием электронно-счётного частотомера РЧЗ-73. Измеренное значение частоты занести в протокол.

8.3.5.4 Повторить процедуру измерений частоты выходного сигнала для следующих частот: 120,0 ГГц и далее через 5 ГГц до конечной частоты.

8.3.5.5 Рассчитать значения относительных погрешностей установки частоты сигнала по формуле 4:

$$\delta f = \frac{f_z - f_0}{f_0}, \quad (4)$$

где f_0 – значение частоты сигнала, измеренное частотомером, Гц;

f_z – значение частоты сигнала, установленное на измерителе, Гц.

8.3.5.6 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне рабочих частот от 118,1 до 178,4 ГГц, погрешность установки частоты находится в пределах $\pm 2 \cdot 10^{-5}$.

8.3.6 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи измерителем

8.3.6.1 Собрать схему согласно рисунка 2. Провести предварительную установку режима работы измерителя в соответствии с руководством по эксплуатации на измеритель.

8.3.6.2 Установить измеритель в режим измерений “Transmission” («Коэффициент передачи»), установить свипирование генератора с периодом 1 секунда.

8.3.6.3 Провести калибровку измерителя в соответствии с руководством по эксплуатации измерителя.

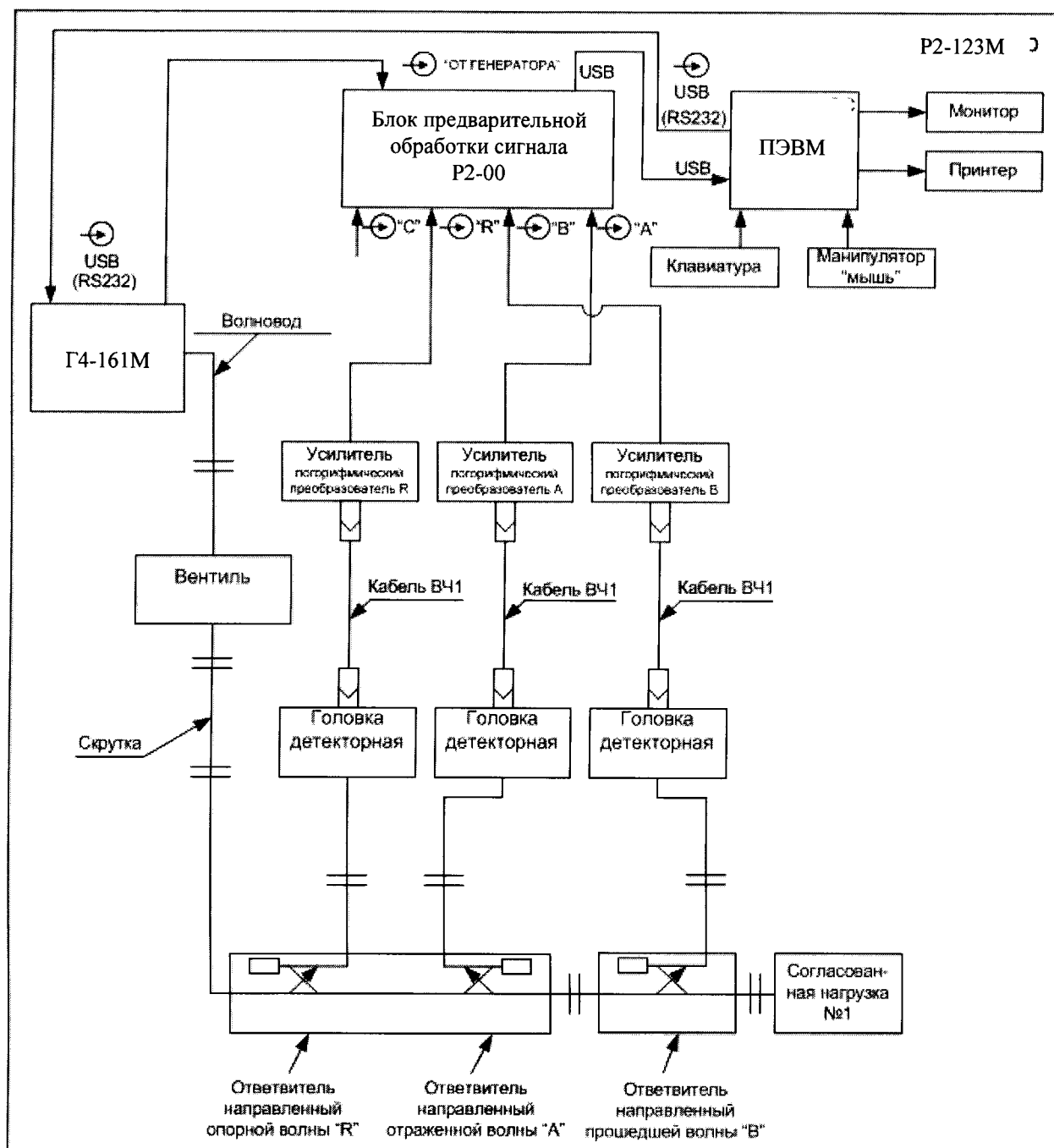


Рисунок 2. Схема соединений при калибровке для измерений ослабления

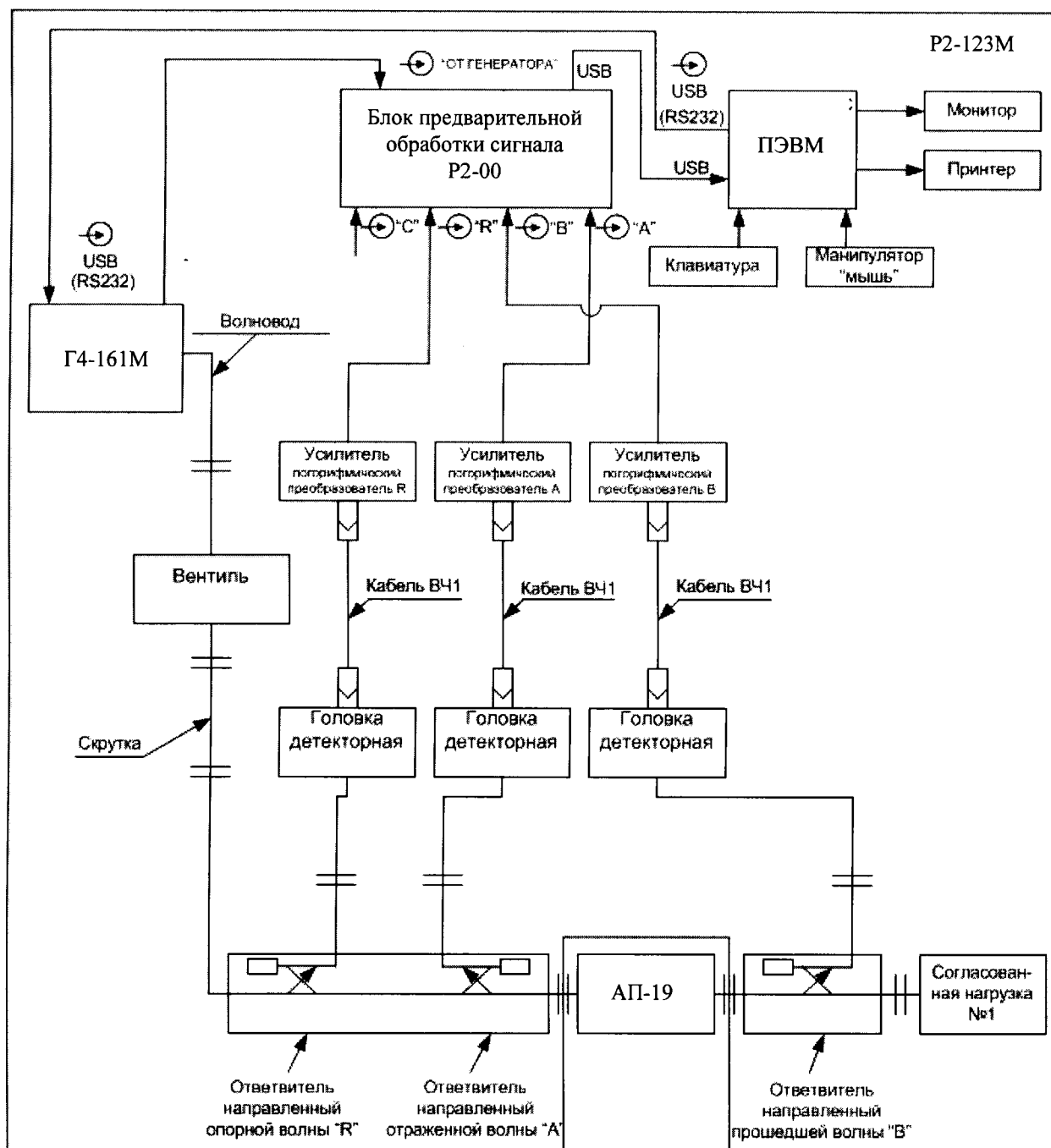


Рисунок 3. Схема соединений для измерения коэффициента передачи аттенюатора

8.3.6.4 Включить аттенюатор поляризационный АП-19 в измерительную схему согласно рисунка 3. Провести измерения модуля коэффициента передачи поляризационного аттенюатора (для номинальных значений ослабления поляризационного аттенюатора 0, 1, 5, 10, 20, 25, 27, 28, 29, 30 дБ) на следующих частотах: 118,1; 120,0; 125,0 ГГц и далее через 5 ГГц до конечной частоты. Для каждого выставленного значения ослабления на аттенюаторе проводить не менее трех измерений. За результат измерений принять среднее значение. Результаты измерений занести в протокол.

8.3.6.5 Рассчитать абсолютную погрешность измерений модуля коэффициента передачи, как разность измеренного и действительного значения по формуле 5:

$$\Delta A_X = A_X - A_{\text{дв}} , \quad (5);$$

где $A_{УВТ}$ - значения модуля коэффициента передачи (ослабления) аттенюатора поляризационного, измеренные на УВТ;

A_X - измеренные значения модуля коэффициента передачи аттенюатора поляризационного на измерителе;

8.3.6.6 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи ΔA_X в диапазоне частот находятся в пределах, дБ: $\pm (минус 0,4 + 0,1 \cdot |A_X|)$ для измеряемых значений от минус 30 до минус 25 дБ и $\pm (0,6 + 0,06 \cdot |A_X|)$ для измеряемых значений св. минус 25 до 0 дБ.

8.3.7 Определение диапазона и относительной погрешности измерений КСВН измерителем

8.3.7.1 Провести предварительную установку режима работы измерителя в соответствии с его руководством по эксплуатации.

8.3.7.2 Установить измеритель в режим измерений "Reflection" («Коэффициент отражения»), установить свипирование генератора с периодом 1 секунда.

8.3.7.3 Провести калибровку измерителя в соответствии с его руководством по эксплуатации по схеме согласно рисунка 4.

8.3.7.4 Провести измерения КСВН нагрузок волноводных из комплекта поверочного КП-КСВН-02, входящего в комплект поставки измерителя, на линии измерительной Р1-42 в соответствии с ее ЭД и на испытываемом измерителе согласно рисунку 5 на следующих частотных точках: 118,1; 120,0; 125,0 ГГц и далее через 5 ГГц до конечной частоты. Результаты измерений занести в протокол.

8.3.7.5 Рассчитать относительную погрешность измерений КСВН по формуле 6:

$$\delta K_{CTU} = \frac{K_{CTU}^X - K_{CTU}^{P1}}{K_{CTU}^{P1}} \cdot 100, \quad (6);$$

где K_{CTU}^{P1} - измеренные значения КСВН нагрузок волноводных на линии измерительной Р1-42;

K_{CTU}^X - измеренные значения КСВН нагрузок волноводных на испытываемом измерителе.

8.3.7.6 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений КСВН в диапазоне частот находятся в пределах: в диапазоне КСВН от 1,1 до 2,0: $\pm (5 \cdot K_{CTU} + 6) \%$;

в диапазоне КСВН св. 2,0 до 5,0: от минус $(5 \cdot K_{CTU} + 6)$ до $\frac{K_{CTU} + 1}{16,75 - K_{CTU}} \cdot 100 \%$.

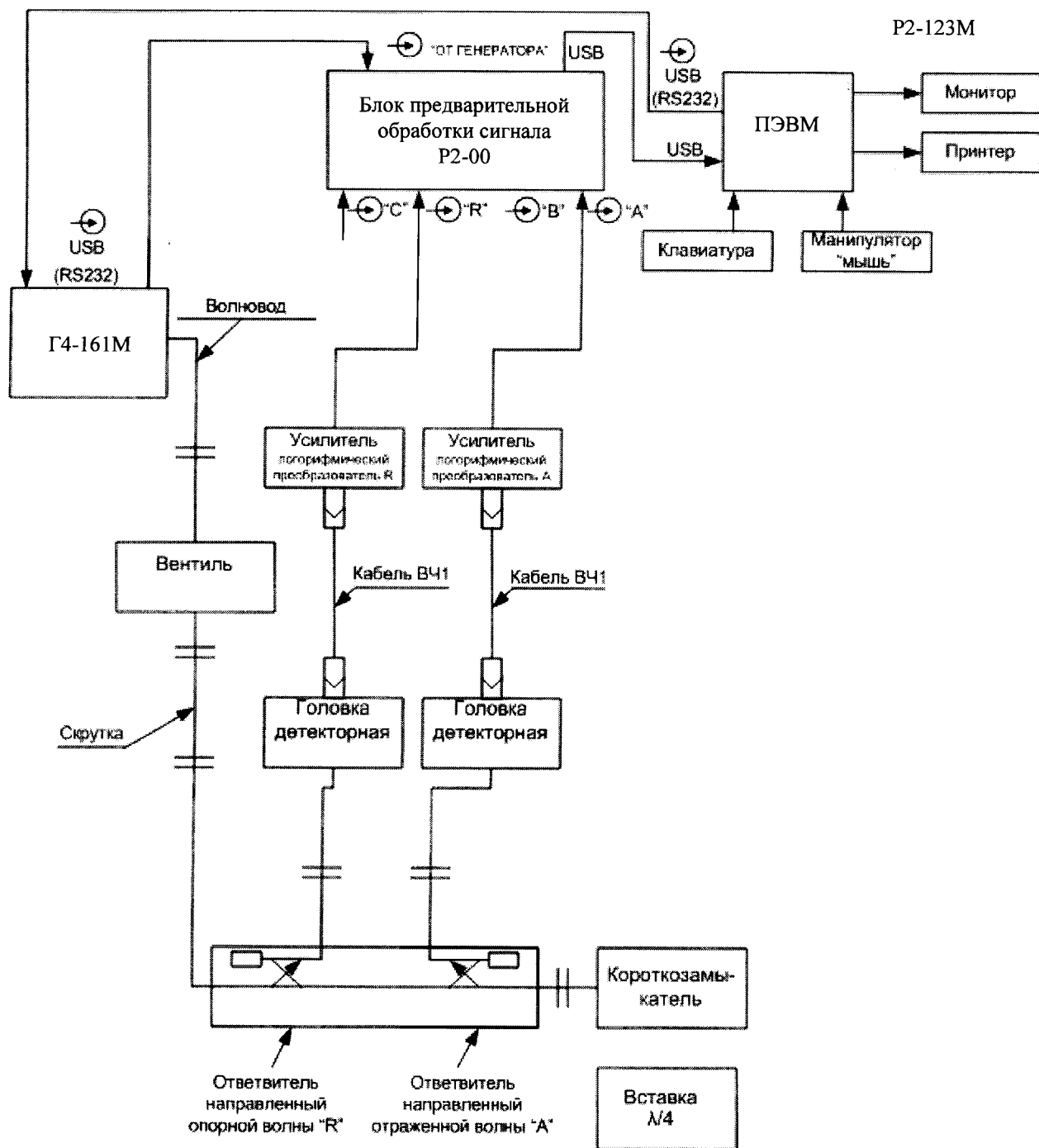


Рисунок 4. Схема соединений при калибровке для измерений КСВН

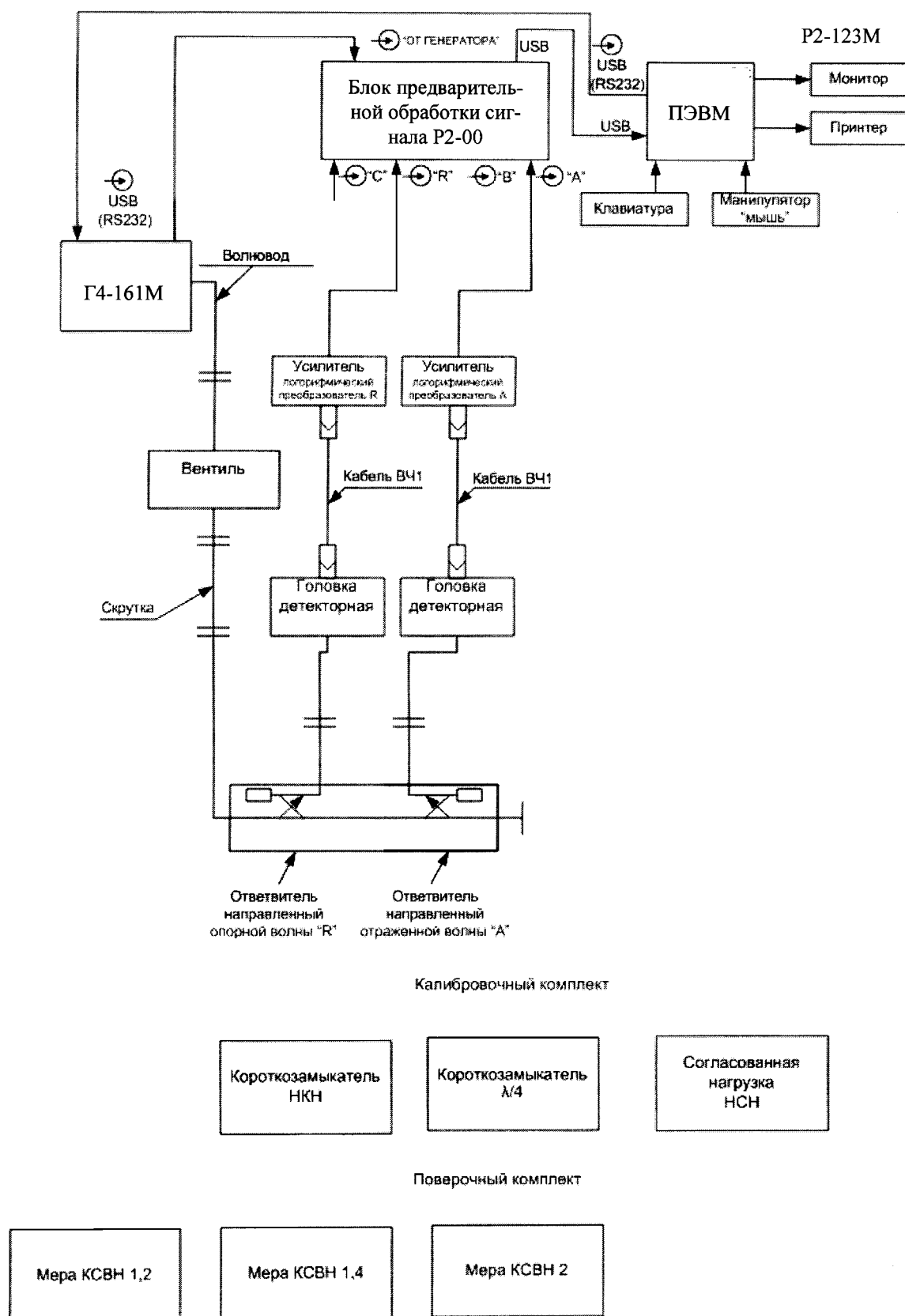


Рисунок 5 Схема соединений для определения относительной погрешности измерений КСВН

8.3.8 Проверка идентификационных признаков ПО

8.3.8.1 Проверку номера версии и контрольной суммы исполняемого кода (цифрового идентификатора ПО) выполнить следующим образом:

Осуществить проверку соответствия следующих идентификационных данных ПО:

- номер версии (идентификационный номер) ПО;
- цифровой идентификатор метрологически значимой части ПО (контрольная сумма исполняемого кода);
- алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО.

Результаты проверки считать положительными, если полученные идентификационные данные программных компонентов (номер версий и цифровой идентификатор) соответствуют идентификационным данным, записанным таблице 3.

Таблица 3.

Идентификационные данные (признаки)	Значение
идентификационное наименование ПО	Scalar
номер версии (идентификационный номер) ПО	1.0.0.0
цифровой идентификатор ПО	0864486EA1B9ECE95B98AFF45DE880C2
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	MD5

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 При положительных результатах поверки на измеритель выдается свидетельство установленной формы.

9.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки поверяемый измеритель к дальнейшему применению не допускается. На такой измеритель выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забраковывания.

Начальник отдела
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»

Старший научный сотрудник
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»

В.В. Хижняк

А.В. Шушков