

СОГЛАСОВАНО  
Первый заместитель генерального  
директора – заместитель по научной работе  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.Н. Щипунов

» сентября 2020 г.



**Государственная система обеспечения единства измерений  
ИЗМЕРИТЕЛИ ПАНОРАМНЫЕ КСВН И ОСЛАБЛЕНИЯ  
Р2-МВМ-75**

**Методика поверки  
ГЛЮИ.411228.027 МП**

р.п. Менделеево

2020 г.

## 1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Настоящая методика поверки (далее - МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок измерителей панорамных КСВН и ослабления Р2-МВМ-75 (далее – измеритель Р2-МВМ-75), изготавливаемых ООО НПЦ «МитиноПрибор», г. Москва, Зеленоград, выпускаемых из производства, находящихся в эксплуатации, а также выходящие после хранения и ремонта.

1.2 Первичной поверке подлежат измерители Р2-МВМ-75, выпускаемые из производства и выходящие из ремонта.

Периодической поверке подлежат измерители Р2-МВМ-75, находящиеся в эксплуатации и на хранении.

1.3 Интервал между поверками 1 год.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки измерителей Р2-МВМ-75 должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки измерителей Р2-МВМ-75

Наименование операции	Пункт МП	Проведение операций при	
		первичной проверке	периодической проверке
Внешний осмотр	8.1	да	да
Опробование	8.2	да	да
Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала измерителя Р2-МВМ-75 при работе от внутреннего опорного генератора	8.3	да	да
Определение абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения  S11	8.4	да	да
Определение абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи  S21	8.5	да	да

2.2 Допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин и меньших диапазонов измерений, которые используется при эксплуатации по соответствующим пунктам настоящей методики поверки. Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и свидетельстве о поверке на основании решения эксплуатирующей организации.

## 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки измерителей Р2-МВМ-75 должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Пункт МП	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.3	Частотомер универсальный CNT-90XL, диапазон измерений частоты от 0,001 Гц до 300 МГц, пределы допускаемой погрешности измерений частоты $\pm 2 \cdot 10^{-7}$
8.3	Стандарт частоты рубидиевый FS 725, выходная частота 5 и 10 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты $\pm 5 \cdot 10^{-11}$
8.4	Анализатор цепей векторный ZVA-67, диапазон от 10 МГц до 67 ГГц
8.4	Модуль расширения частотного диапазона ZVA-Z75, диапазон частот от 50 до 75 ГГц, динамический диапазон 125 дБ

## Продолжение таблицы 2

Пункт МП	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.5	Аттенюатор поляризационный Д3-37, диапазон частот от 37.5 до 53.57 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента 0,1 дБ или 0,02·A дБ, где A - устанавливаемое ослабление
8.5	Аттенюатор поляризационный Д3-38, диапазон частот от 53.57 до 78.33 ГГц, абсолютная погрешность измерений модуля коэффициента передачи $\pm(1 + 0,05(A-50))$

3.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемой измерителей Р2-МВМ-75 с требуемой точностью.

3.3 Средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

## 4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 Проверка должна осуществляться лицами со средним или высшим техническим образованием, аттестованными в качестве поверителей в области радиотехнических измерений в установленном порядке и имеющим квалификационную группу электробезопасности не ниже второй.

4.2 Перед проведением поверки измерителя Р2-МВМ-75 поверитель должен ознакомиться с документом ГЛЮИ.411228.027 РЭ «Измеритель панорамный КСВН и ослабления Р2-МВМ-75. Руководство по эксплуатации».

## 5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) ПОТ Р М-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00, а также требования безопасности, приведённые в эксплуатационной документации на измеритель Р2-МВМ-75 и средства поверки.

5.2 Средства поверки должны быть надежно заземлены в соответствии с эксплуатационной документацией.

5.3 Размещение и подключение измерительных приборов разрешается производить только при выключенном питании.

5.4 Перед каждым изменением конфигурации внешнего СВЧ тракта измерителя Р2-МВМ-75 виртуальную кнопку «мощность» следует установить в положение «выкл».

После завершения изменения конфигурации СВЧ тракта виртуальную кнопку «мощность» установить в положение «вкл».

## **6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ**

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться условия, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Условия проведения поверки

Влияющая величина	Значение
Температура окружающего воздуха, °C	от 15 до 25
Относительная влажность окружающего воздуха, %	от 30 до 80
Атмосферное давление, кПа	от 84 до 106
Напряжение питающей сети, В	от 215,6 до 224,4
Частота питающей сети по ГОСТ 13109-97, Гц	от 49,8 до 50,2

## **7 ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ**

7.1 Перед проведением операций поверки необходимо произвести подготовительные работы, оговоренные в руководствах по эксплуатации измерителя Р2-МВМ-75 и применяемых средств поверки.

## **8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

### **8.1 Внешний осмотр**

8.1.1 Внешний осмотр измерителя Р2-МВМ-75 проводить визуально без вскрытия. При этом необходимо проверить:

- комплектность, маркировку и пломбировку согласно эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений, влияющих на его работу;
- состояние соединительных кабелей, шнура питания;
- техническое состояние и прочность крепления органов управления и коммутации, четкость фиксации их положений, наличие предохранителя в блоке измерительном (далее – БИ);
- чистоту гнезд, разъемов и клемм;
- состояние соединительных кабелей, переходов;
- четкость маркировочных надписей.

8.1.2 Результат внешнего осмотра считать положительным, если:

- комплектность измерителя Р2-МВМ-75 соответствует документу ГЛЮИ.411228.027 ФО «Измеритель панорамный КСВН и ослабления Р2-МВМ-75. Формуляр» (далее – ФО);
  - маркировка и пломбировка соответствуют документу ГЛЮИ.411228.027 РЭ «Измеритель панорамный КСВН и ослабления Р2-МВМ-75. Руководство по эксплуатации» (далее – РЭ);
    - отсутствуют механические повреждения, влияющие на работу измерителя Р2-МВМ-75;
    - соединительные кабели и шнур питания не имеют повреждений;
    - установлена прочность крепления органов управления и коммутации, они не имеют повреждений, а их положение четко фиксируется, в БИ имеются предохранители;
    - гнезда, разъемы и клеммы чистые;
    - соединительные кабели и переходы не имеют повреждений;
    - маркировочные надписи четкие.

В противном случае результаты внешнего осмотра считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

## 8.2 Опробование

8.2.1 Соединить клемму заземления с шиной защитного заземления.

8.2.2 Установить тумблер СЕТЬ «О I» в положения «О» – отключено. Подсоединить кабель сетевого питания к разъему «230 V». Подключить кабель сетевого питания к сети (230 В, 50 Гц). Подсоединить манипулятор «мышь» к разъему на задней панели корпуса БИ.

8.2.3 Установить тумблер СЕТЬ «О I» в положения «I» – включено, при этом проконтролировать включение индикатора подключения сетевого питающего напряжения на передней панели корпуса БИ.

8.2.4 По включению сетевого тумблера наблюдать автоматический запуск программного обеспечения (далее – ПО), которое записано в память БИ изготовителем.

По окончании запуска ПО убедиться в том, что все виртуальные кнопки и органы управления на передней панели БИ функционируют.

8.2.5 Выполнить идентификацию ПО, последовательно выполнив следующие операции:

– последовательно нажать виртуальные кнопки «Пуск» и «Мой компьютер» на экране дисплея;

– выбрать на диске С папку VNA;

– выбрать файл «VNAWindow.exe» и нажать правую кнопку «мышки», в появившемся окне нажать виртуальную кнопку «Свойства»;

– в появившемся окне выбрать закладку «Подробно»;

– в появившемся окне в строке «Версия файла» наблюдать значение версии файла «VNAWindow.exe» с номером версии не ниже 1.054.75.

В противном случае результаты идентификации ПО считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

8.2.6 Выполнить подключения со стороны задней панели корпуса БИ в следующей последовательности:

– соединить разъемы «VGA» и «МОНИТОР» между собой кабелем;

– соединительным кабелем подключить выход преобразователя выносного к разъему «Преобразователь», расположенному на задней панели корпуса БИ;

– к СВЧ входу преобразователя выносного подсоединить отрезок волновода фланцем, не содержащим резьбы в отверстиях, предназначенных для крепления четырьмя винтами (см. рисунок 2);

– к СВЧ выходу БИ подсоединить отрезок волновода фланцем, не содержащим резьбы в отверстиях, предназначенных для крепления четырьмя винтами (см. рисунок 2).

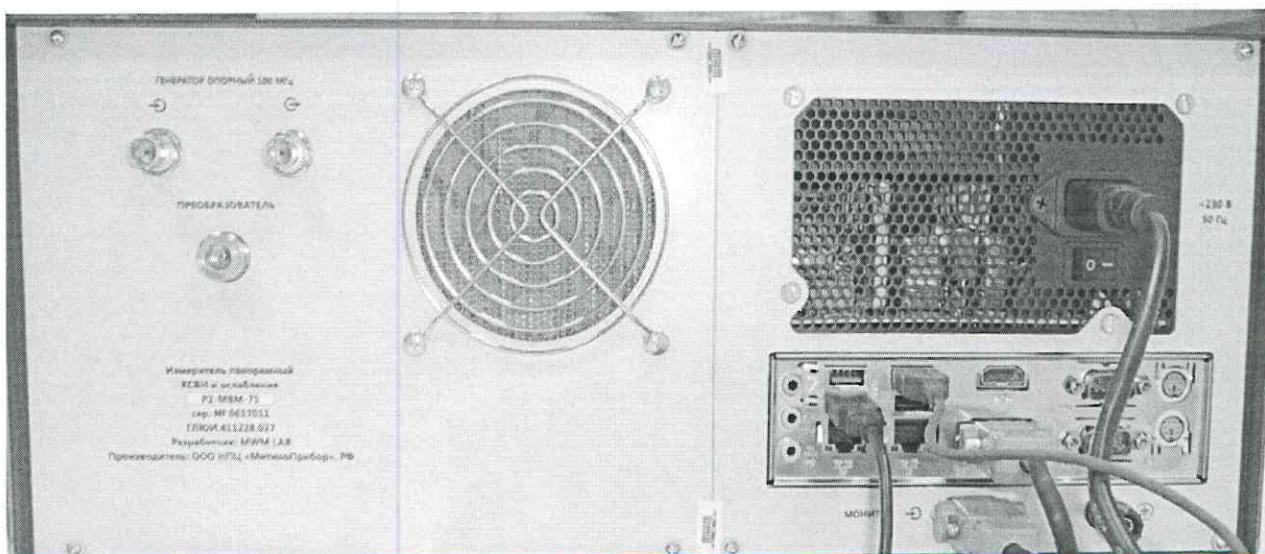


Рисунок 1 – Задняя панель блока измерительного

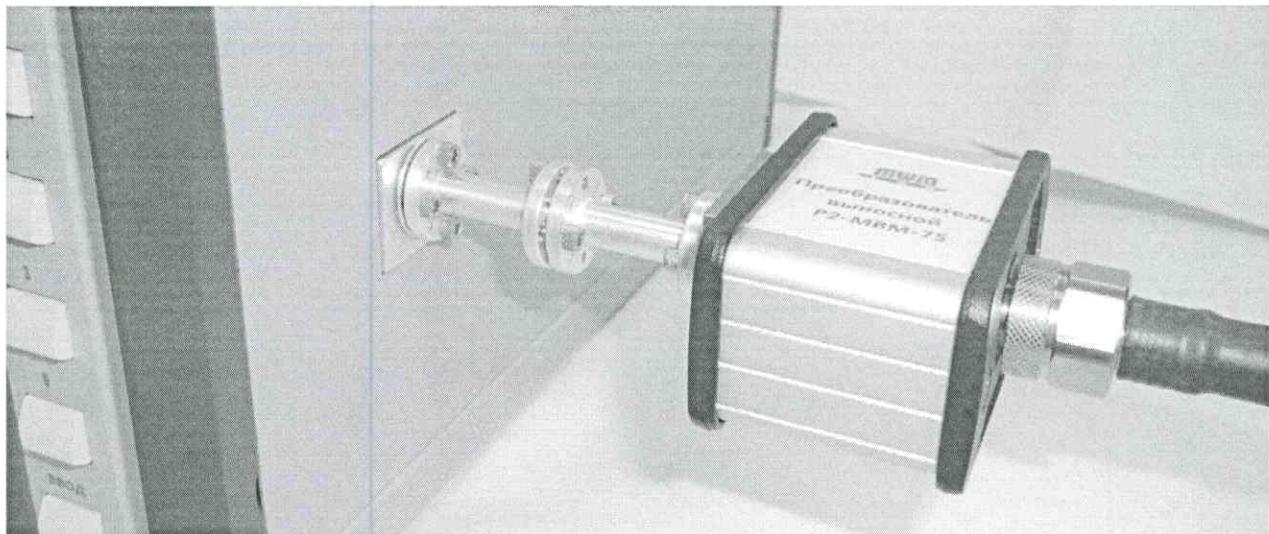


Рисунок 2 Соединение СВЧ выхода БИ и ПВ

8.2.7 Результаты опробования считать положительными, если:

- после включения питания индикатор подключения сетевого питающего напряжения на передней панели корпуса БИ светится;
  - по окончании запуска ПО установлено, что все виртуальные кнопки и органы управления БИ функционируют;
  - измеритель Р2-МВМ-75 реагирует на внесение изменений в настройки;
  - результаты идентификации ПО положительные;
- В противном случае результаты опробования считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

### 8.3 Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала измерителя Р2-МВМ-75 при работе от внутреннего опорного генератора

8.3.1 Определение относительной погрешности установки частоты опорного генератора (далее – ОГ) проводить по схеме, представленной на рисунке 3.

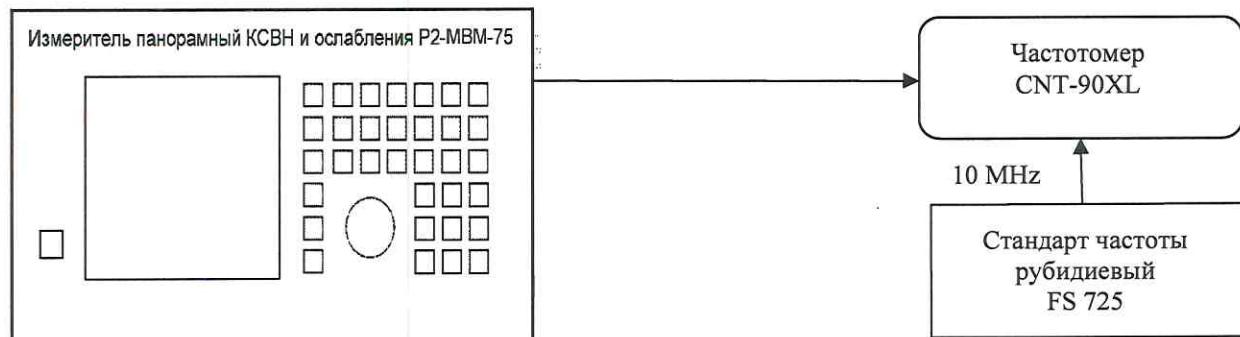


Рисунок 3

8.3.2 Установить на БИ тумблер СЕТЬ «О I» в положения «I» – включено, при этом проконтролировать включение индикатора подключения сетевого питающего напряжения на передней панели корпуса БИ. Прогреть измеритель Р2-МВМ-75 в течение не менее 20 минут. Подготовить частотомер и стандарт частоты к работе в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

8.3.3 Соединить BNC-разъем выхода 100 МГц опорного генератора, находящийся на задней панели измерителя Р2-МВМ-75 с измерительным входом частотомера. Установить для частотомера режим работы от внешнего источника посредством подключения выхода 10 МГц стандарта частоты FS 725 ко входу 10 MHz Ref In частотомера, расположенному на задней панели частотомера.

8.3.4 Выполнить измерение частоты ОГ измерителя Р2-МВМ-75. Результат измерений  $f_{ог}$  зафиксировать в рабочем журнале.

8.3.5 Рассчитать относительную погрешность установки частоты  $\delta_{отн}$  по формуле (1):

$$\delta_{отн} = |f_{ог} - f_{ном}| / f_{ном}, \quad (1)$$

где  $f_{ном} = 100$  МГц.

8.3.6 Результаты поверки считать положительными, если значение относительной погрешности частоты опорного генератора  $\delta_{отн}$  измерителя Р2-МВМ-75 находится в пределах  $\pm 1 \cdot 10^{-5}$ . В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

#### 8.4 Определение абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения $|S_{11}|$

8.4.1 Определение абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения (далее – КО) проводить на частотах  $f : 50; 55; 60; 65; 70; 75$  ГГц – при помощи волноводных нагрузок из комплекта измерителя Р2-МВМ-75 с номинальными значениями КСВН 1,4 и 2,0.

8.4.2 Установить тумблер СЕТЬ «О I» в положения «I» – включено, при этом проконтролировать включение индикатора подключения сетевого питающего напряжения на передней панели корпуса БИ.

8.4.3 Установить диапазон частот. Для этого нажать на передней панели БИ кнопку «ЧАСТ».

Активируя «Нач.Част», «Кон.Част» нажатием соответствующих кнопок  $\leftarrow \rightarrow$ , установить значения начальной и конечной частот нужного диапазона перестройки частоты кнопками «0» – «9», «↑», «↓», «ВВОД». Установить значения «Нач.Част» = 50,0 ГГц, «Кон.Част» = 75,0 ГГц.

8.4.4 Установить верхний предел отображаемых измеряемых значений модуля КО. Для этого нажать на передней панели БИ кнопку «АМПЛ». На экране контролировать появление окна, приведенного на рисунке 4.

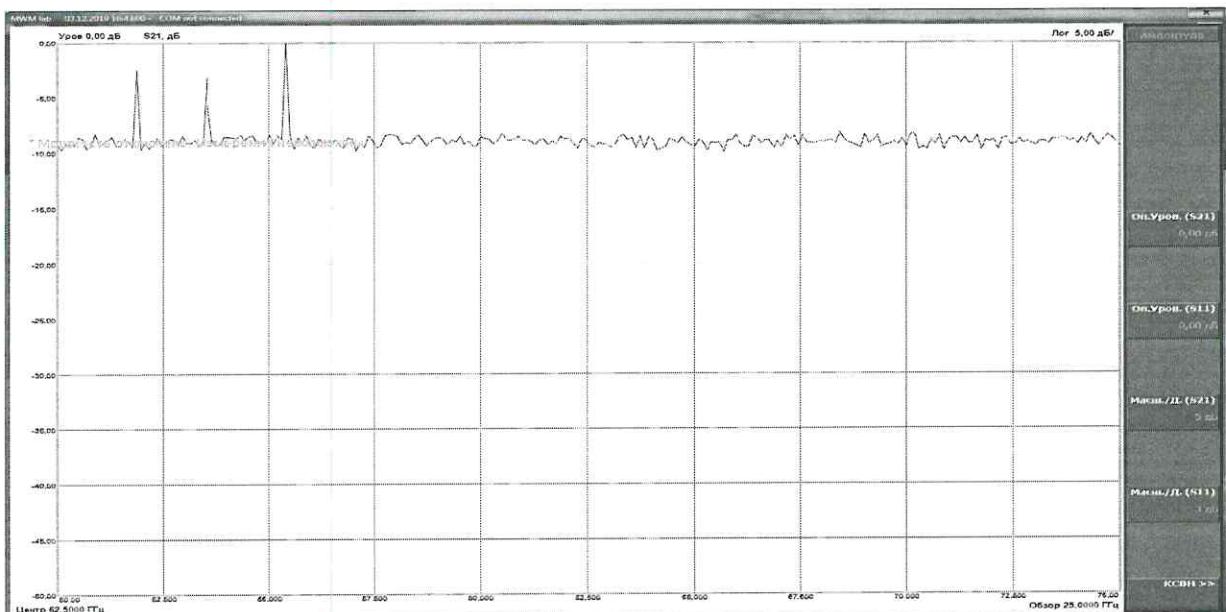


Рисунок 4

8.4.5 Активировать «Оп.Уров.(S11)» нажатием кнопки «» и установить верхний предел отображаемых значений измеряемого параметра кнопками «0» – «9», «↑», «↓», «ВВОД».

Активировать опцию «Масш./Д.(S11)» («Масш./Д.КСВН») нажатием кнопки «». Установить необходимый масштаб изображения измеряемого параметра кнопками «0» – «9», «↑», «↓», «ВВОД».

8.4.6 Нажать на передней панели кнопку «ПЕРЕСТ». На экране появится окно, приведенное на рисунке 5. Нажать кнопку «Мощность» → «Вкл».

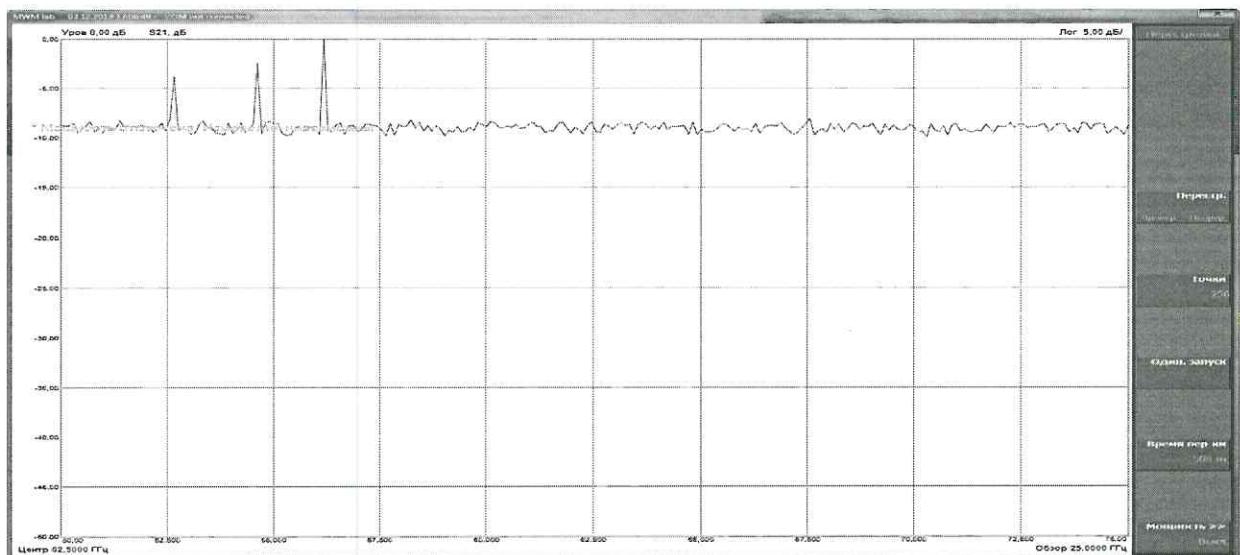


Рисунок 5

8.4.7 Нажать на передней панели БИ кнопку «КАЛИБР». На экране дисплея появится окно, приведенное на рисунке 6.

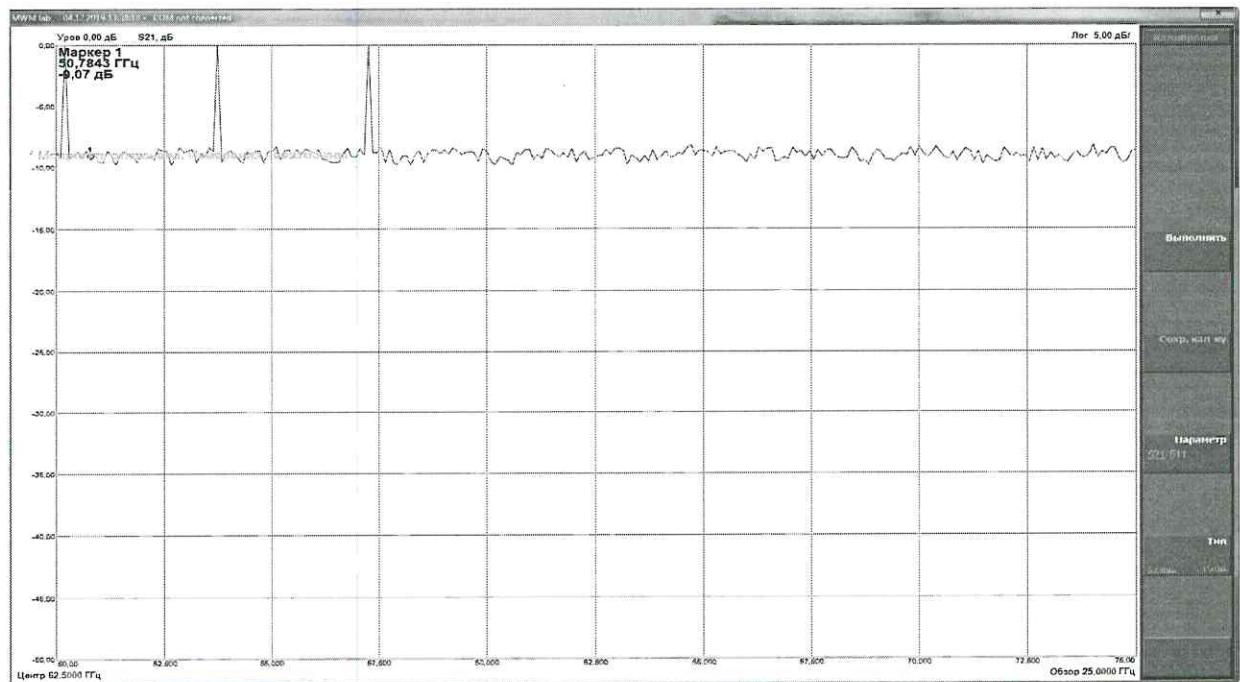


Рисунок 6

Выбрать параметр «S11» в разделе «Параметр». Выбрать тип калибровки «Станд».

8.4.8 После выбора измеряемого параметра «S11» активировать виртуальную кнопку «Выполнить» нажатием на передней панели БИ соответствующей кнопки.

На экране измерителя R2-MBM-75 появится окно, приведенное на рисунке 7.

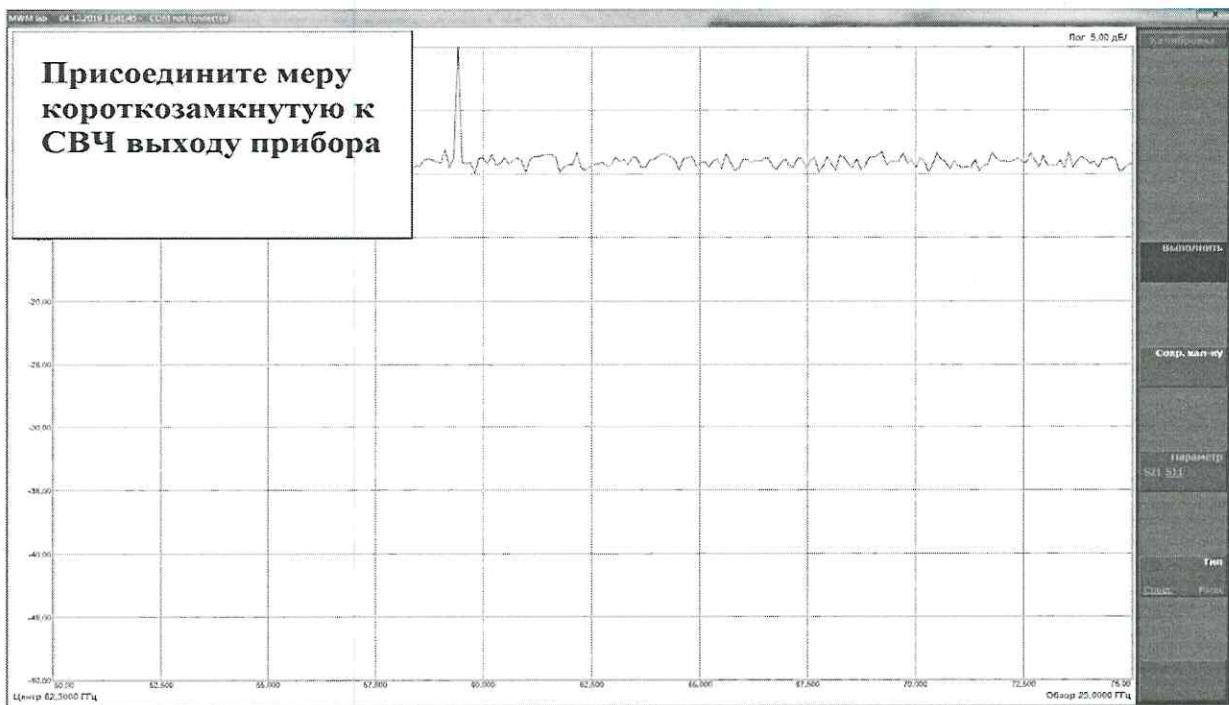


Рисунок 7

8.4.9 Присоединить короткозамкнутую нагрузку к СВЧ выходу БИ измерителя Р2-МВМ-75 в соответствии с рисунком 8.



Рисунок 8

8.4.10 После подключения короткозамкнутой нагрузки активировать «Сохр.кал-ку» нажатием на передней панели БИ соответствующей кнопки.

8.4.11 Установить режим измерений. Для этого нажать на передней панели измерителя Р2-МВМ-75 кнопку «ИЗМЕР». На экране появится окно, приведенное на рисунке 9. Выбрать параметр «S11» нажатием соответствующей кнопки.

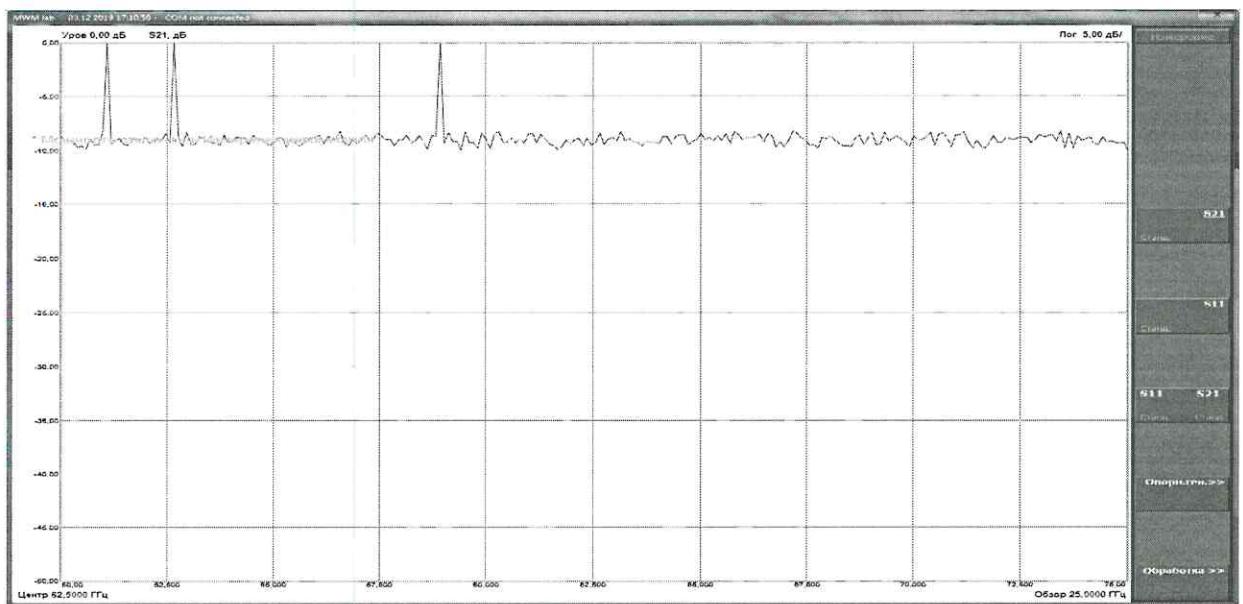


Рисунок 9

8.4.12 Собрать схему измерений модуля КО, приведенную на рисунке 10, где объектами измерений являются нагрузки из комплекта измерителя Р2-МВМ-75 с номинальными значениями КСВН 1,4 и 2,0.

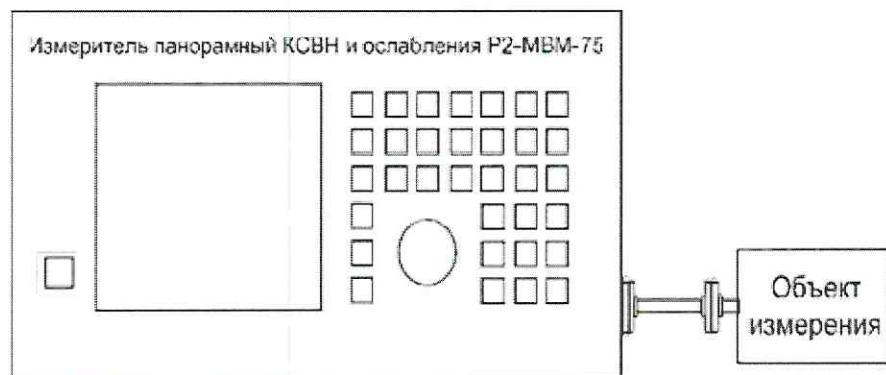


Рисунок 10

8.4.13 Установить режим отображения результатов измерений. Для этого нажать на передней панели БИ кнопку «ВИД». На экране появится окно, приведенное на рисунке 11.

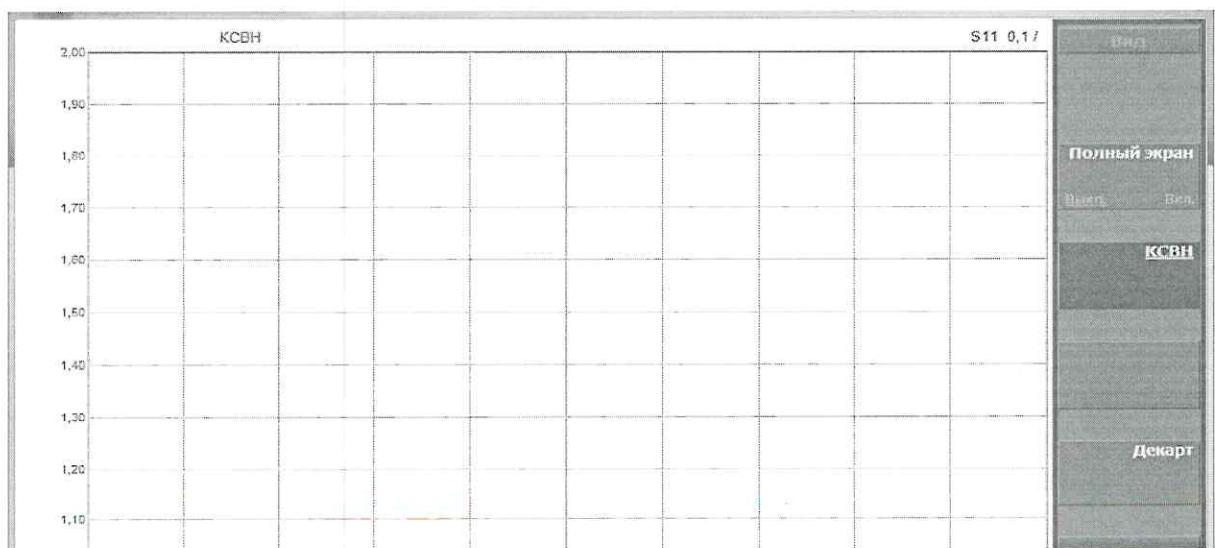


Рисунок 11

Активировать «Декарт» (или «КСВН»). На экране измерителя Р2-МВМ-75 появится зависимость  $|S_{11}|$  (или КСВН) от частоты в декартовой системе координат.

8.4.14 Нажать на передней панели БИ кнопку «МАРКЕР». На экране отобразится окно, приведенное на рисунке 12.

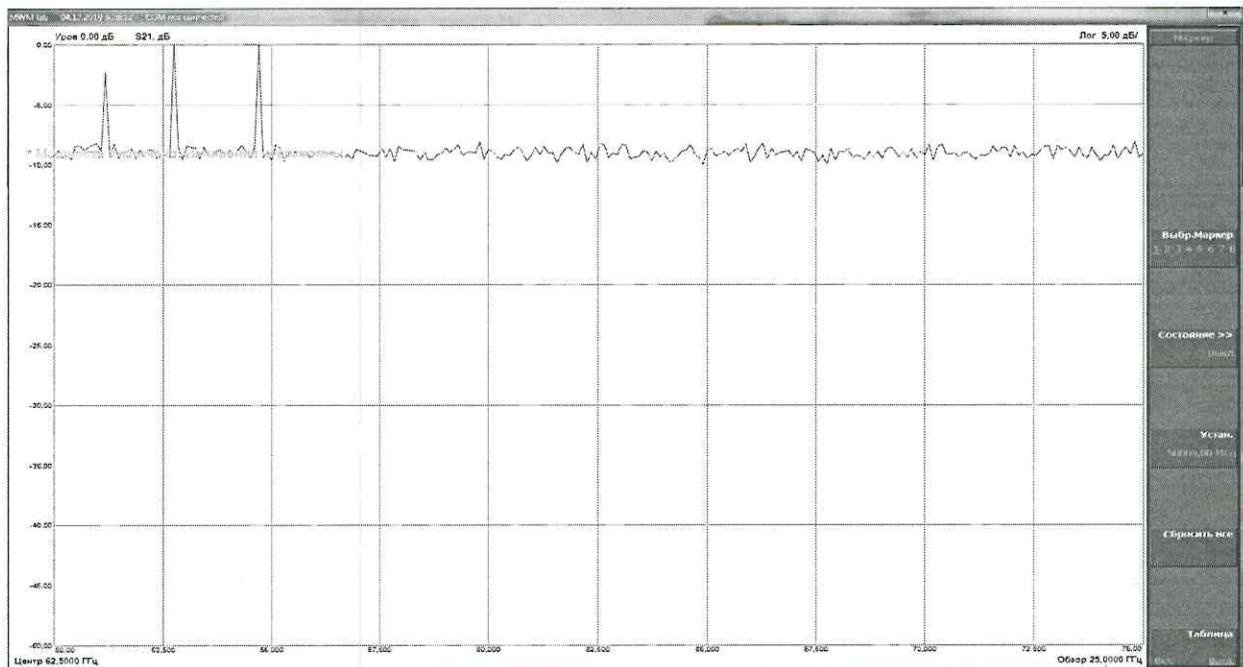


Рисунок 12

Активировать «Выбр.Маркер» и выбрать значение «Обычн».

8.4.15 Управляя энкодером по точкам графика, или при помощи виртуальной кнопки «Устан», наблюдать в верхнем левом углу экрана координаты точки: значение КО, частота.

8.4.16 Выполнить измерения коэффициента отражения  $S_{uzm}$  для объектов и на частотах, указанных в п. 5.7.1. Зафиксировать измеренные значения в рабочем журнале.

8.4.17 Подготовить к измерениям модуля КО векторный анализатор цепей ZVA67 и модуль расширения частотного диапазона ZVA-Z75 согласно их руководств по эксплуатации. Выполнить калибровку.

8.4.18 Выполнить измерения модуля КО  $S_{zva}$  нагрузок на частотах п. 8.4.1. Результаты отразить в рабочем журнале.

8.4.19 Вычислить абсолютную погрешность измерений модуля коэффициентов отражения  $\Delta S_{omp}$  по формуле (2):

$$\Delta S_{omp} = (S_{uzm} - S_{nom}) = S_{uzm} - (S_{zva} \pm \Delta S_{zva}), \quad (2)$$

где  $\Delta S_{zva}$  – это абсолютная погрешность измерений модуля КО МРЧД ZVA-Z75 согласно РЭ равная  $(0,01 + 0,01 \cdot |\Gamma| + 0,01 \cdot |\Gamma|^2)$ , где  $|\Gamma|$  - номинальное значение КО меры КСВН п. 8.4.1, выраженное в линейных единицах.

8.4.20 Результаты испытаний считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений модуля КО измерителя  $\Delta S_{omp}$  находятся в пределах  $\pm(0,02 + 0,03|S_{11}|)$  дБ.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

## 8.5 Определение абсолютной погрешности измерений модуля коэффициентов передачи $|S_{21}|$

8.5.1 Определение абсолютной погрешности измерений модуля КП  $|S_{21}|$  проводить на частотах  $f : 50; 55; 60; 65; 70$  и  $75$  ГГц, для значений ослаблений  $A : 0; 1; 5; 10; 20; 30$  и  $40$  дБ.

8.5.2 Выполнить п.п. 8.4.2, 8.4.3.

8.5.3 Активировать «Оп.Уров.(S21)» нажатием кнопки «» и установить верхний предел отображаемых значений измеряемого параметра кнопками «0» – «9», «↑», «↓», «ВВОД».

Активировать «Масш./Д.(S21)» нажатием кнопки «». Установить необходимый масштаб изображения измеряемого параметра кнопками «0» – «9», «↑», «↓», «ВВОД».

8.5.4 Нажать на передней панели кнопку «ПЕРЕСТ.». На экране появится окно, приведенное на рисунке 5.

8.5.5 Установить виртуальную кнопку «Мощность» в положение «Выкл.».

8.5.6 Присоединить детекторный преобразователь к СВЧ выходу измерителя Р2-МВМ-75, как показано на рисунке 13, используя винты из комплекта измерителя Р2-МВМ-75.

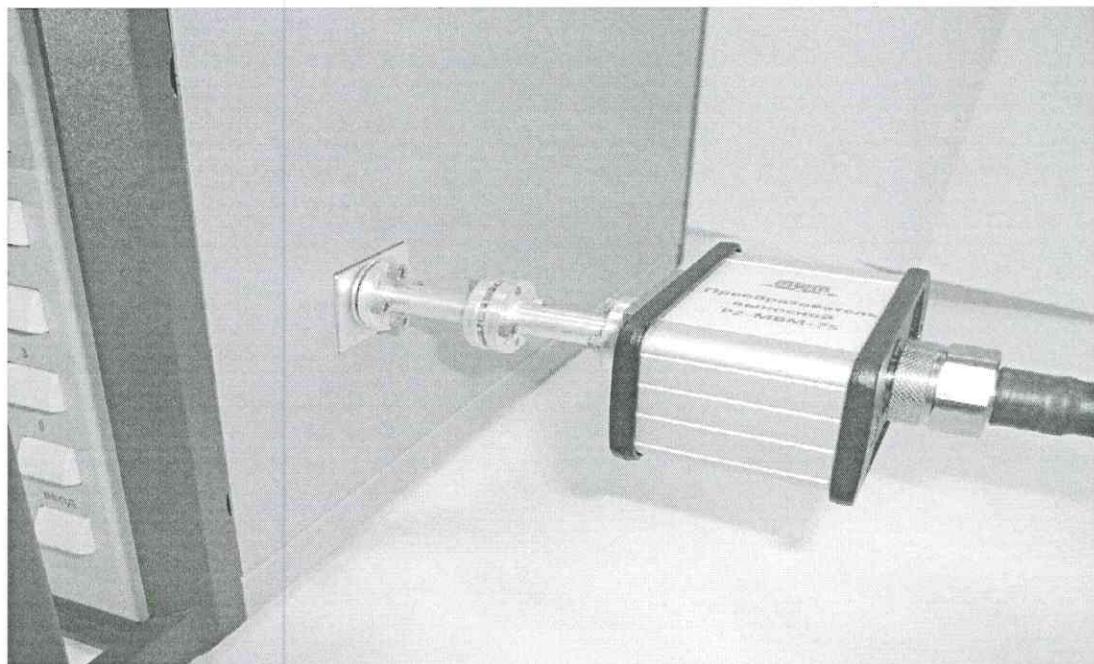


Рисунок 13

8.5.7 Установить виртуальную кнопку «Мощность» в положение «Вкл.».

8.5.8 Нажать на передней панели БИ кнопку «КАЛИБР». На экране дисплея появится окно, приведенное на рисунке 6.

8.5.9 После выбора параметра «S21» и тип «Станд» активировать виртуальную кнопку «Выполнить» нажатием на передней панели БИ соответствующей кнопки «». На экране появится окно, приведенное на рисунке 14.

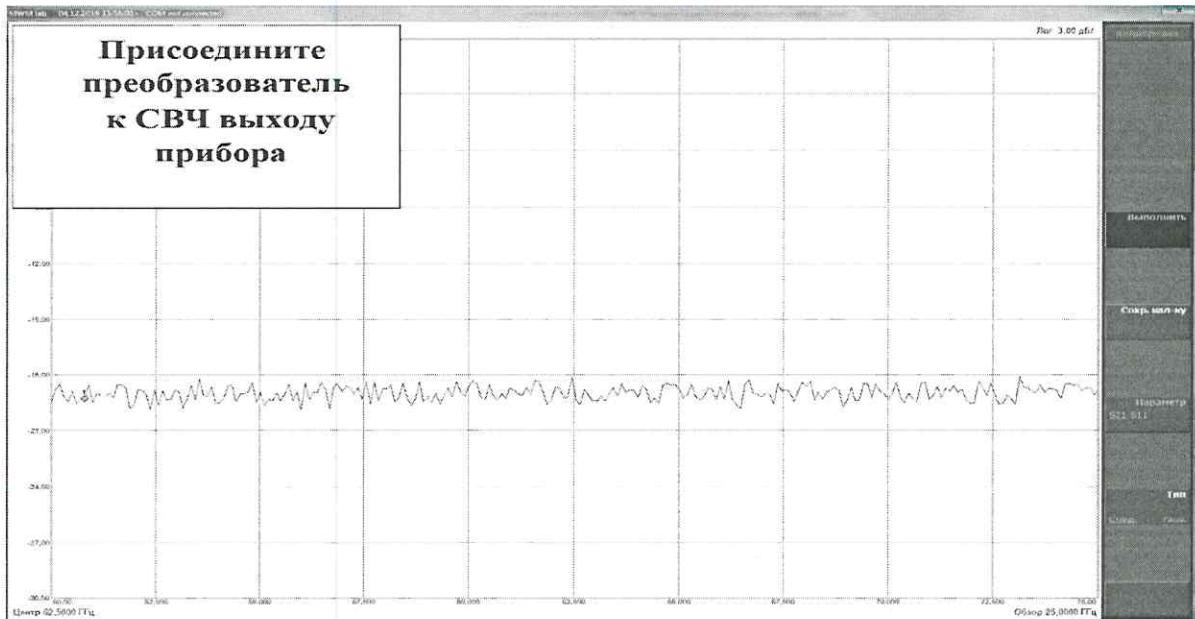


Рисунок 14

Активировать «Сохр.кал-ку» нажатием на передней панели БИ соответствующей кнопки «».

8.5.10 Установить виртуальную кнопку «Мощность» в положение «Выкл.».

8.5.11 Для проведения измерений модуля коэффициентов передачи  $|S_{21}|$  собрать схему измерений, приведенную на рисунке 15.

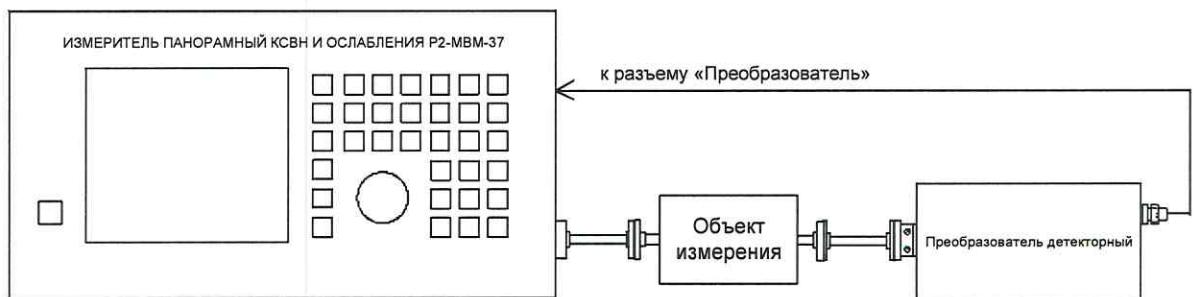


Рисунок 15

В качестве объекта измерений подключать, используя специальные вспомогательные волноводно-волноводные переходы (WR-15 на (5,2 x 2,6) мм и WR-15 на (3,6 x 1,8) мм), поляризационный аттенюатор Д3-37 для частот от 50 до 53,6 ГГц и поляризационный аттенюатор Д3-38 – для всех остальных.

8.5.12 Установить виртуальную кнопку «Мощность» в положение «Вкл.».

8.5.13 Установить режим отображения результатов измерений. Для этого нажать на передней панели измерителя Р2-МВМ-75 кнопку «ИЗМЕР». На экране появится окно, приведенное на рисунке 9. Активировать « $S_{21}$ » нажатием кнопки «».

8.5.14 Установить ослабление аттенюатора  $A = 0$  дБ и считать измерителем Р2-МВМ-75 значения  $A_0$  для частот из п. 8.5.1.

8.5.15 Установить ослабление аттенюатора  $A$  [дБ] (см. п. 8.5.1) и считать измерителем Р2-МВМ-75 значения  $S_{изм}$ . Выполнить п. 8.5.12 для всех значений ослабления  $A$  и частот  $f$ , приведенных в п. 8.5.1, фиксируя измеренные значения  $S_{изм}$  в рабочей тетради.

8.5.16 Рассчитать абсолютную погрешность измерений модуля КП  $\Delta S_{21}$  в [дБ], по формуле (3):

$$\Delta S_{21} = S_{изм} - A - A_0 \quad (3)$$

8.5.17 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений модуля КП  $\Delta S_{21}$  находятся в пределах  $\pm (0,2 + 0,02|S_{21}|)$  дБ. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

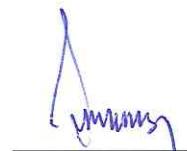
## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Измеритель Р2-МВМ-75 признается годным, если результаты поверки положительные. Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений,ключенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

9.2 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в паспорт (формуляр) средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений с указанием причин забракования.

Начальник НИО-1  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Инженер лаб. 113 НИО-1  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

  
O.V. Каминский

  
V.A. Тоболев