



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,  
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»  
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора  
ФБУ «Ростест-Москва»



А.Д. Меньшиков

« 10 » марта 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**ПРИЕМНИКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ESR26**

Методика поверки

РТ-МП-7443-441-2020

г. Москва  
2020 г.

## 1 Общие указания

Настоящая методика распространяется на приемники измерительные ESR26 (далее – приемники), изготавливаемые фирмой “Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG”, Германия, и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с указаниями, изложенными в руководстве по эксплуатации на приемники.

## 2 Операции поверки

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Методы поверки (номер пункта)	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
1	2	3	4
Внешний осмотр	7.1	+	+
Идентификация программного обеспечения	7.2	+	+
Опробование	7.3	+	+
Определение метрологических характеристик			
Определение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора и абсолютной погрешности измерений частоты в режиме частотомера	7.4	+	+
Определение погрешности установки полосы пропускания, коэффициента прямоугольности и погрешности измерения уровня мощности входного сигнала при переключении полосы пропускания	7.5	+	+
Определение среднего уровня собственных шумов и уровня остаточных сигналов комбинационных частот	7.6	+	+
Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на опорной частоте 64 МГц	7.7	+	+
Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения ослабления входного аттенюатора на частоте 64 МГц относительно ослабления 10 дБ	7.8	+	+
Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за нелинейности шкалы в зависимости от диапазона измерений уровня (при отношении сигнал/шум не менее 16 дБ)	7.9	+	+

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) относительно уровня мощности входного сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на частоте 64 МГц в зависимости от состояния преселектора	7.10	+	+
Определение уровня фазовых шумов на несущей частоте 500 МГц	7.11	+	+
Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка, уровня подавления каналов приема зеркальных частот, промежуточных частот и прочих паразитных каналов	7.12	+	+
Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка	7.13	+	+
Определение параметров приемника в режиме анализа в реальном масштабе времени	7.14	+	+
Определение КСВН входа приёмника	7.15	+	-
Определение параметров следящего генератора	7.16	+	+
Определение абсолютной погрешности выполнения амплитудного соотношения квазипикового детектора	7.17	+	+
Определение абсолютной погрешности выполнения импульсной характеристики квазипикового детектора	7.18	+	+
Определение полос обзора и относительной погрешности установки полосы обзора	7.19	+	+
Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне от минус 70 дБ до 0 дБ относительно опорного уровня минус 10 дБ (1 мВт), при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ, при ослаблении аттенюатора СВЧ 10 дБ, 20 дБ, 30 дБ, 40 дБ, при выключенном предусилителе, с уровнем доверительной вероятности 0,95, в зависимости от диапазона частот	7.20	+	+

2.2 На основании письменного заявления владельца СИ допускается проводить периодическую поверку приемников измерительных ESR26 для меньшего числа измеряемых величин с соответствующей записью в свидетельстве о поверке:

- без определения метрологических характеристик опций В4, В9, В29, В50, К53, К55 (операции 7.4, 7.5, 7.14, 7.16).

2.3 В случае выявления несоответствия требованиям в ходе выполнения любой операции, указанной в таблице 1, поверяемый приемник бракуют, поверку прекращают, и на него оформляют извещение о непригодности.

### 3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки приемников применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

3.2 Вместо указанных в таблице средств поверки допускается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

3.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны и поверены, эталоны аттестованы.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки
		Пределы измерений	Пределы допускаемой погрешности	
1	2	3	4	5
7.4-7.5, 7.11-7.12, 7.19	Стандарт частоты	Сигнал частотой 5 МГц, 10 МГц	$\delta F \leq \pm 5 \cdot 10^{-10}$ за 1 год	Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG
7.4	Частотомер универсальный	Диапазон частот от 0,001 Гц до 40 ГГц	$\delta F \leq \pm 5 \cdot 10^{-10}$ с внешней опорной частотой за 1 год	Частотомер универсальный CNT-90XL
7.4-7.5, 7.7-7.14, 7.19	Генератор сигналов	от 100 кГц до 43,5 ГГц от минус 100 дБ до 10 дБ относительно 1 мВт ИМ: длительность импульсов от 20 нс до 100 с	уровень фазовых шумов на частоте 1 ГГц при отстройке 20 кГц не более минус 115 дБ/Гц относительно уровня несущей	Генератор сигналов СВЧ SMF100A
7.17-7.18	Генератор сигналов произвольной формы	от 10 мкГц до 25 МГц от 2,5 мВ до 5 В ИМ: длительность импульсов от 15 нс до 999 с	$\pm 1 \times 10^{-6}$ $\pm 1 \%$	Генератор сигналов произвольной формы HMF2525
7.7, 7.10, 7.14-7.15	Измеритель мощности	от 0 Гц до 40 ГГц от $2 \times 10^{-3}$ до $1 \times 10^2$ мВт	$\pm 0,1$ дБ	Преобразователь измерительный NRP-Z55
7.8-7.9	Аттенюатор ступенчатый	от 0 Гц до 6 ГГц от 0 до 139 дБ	$\pm 0,03$ дБ	Аттенюатор ступенчатый RSC
7.17-7.18	Осциллограф цифровой	Полоса 600 МГц от 1 мВ до 5 В	от $\pm 0,5 \%$ до $\pm 1,5 \%$	Осциллограф цифровой RTO1002

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
7.7, 7.15	Анализатор цепей	от 10 МГц до 40 ГГц КСВН: от 1,05 до 10	±5 %	Анализатор цепей векторный ZNB40

#### 4 Требования безопасности

При проведении поверки приемника необходимо соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» и правила охраны труда.

К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте, освоившие работу с приемником и применяемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику.

На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества.

Работать с приемником необходимо при отсутствии резких изменений температуры окружающей среды. Для исключения сбоев в работе, измерения необходимо производить при отсутствии резких перепадов напряжения питания сети, вызываемых включением и выключением мощных потребителей электроэнергии и мощных импульсных помех.

#### 5 Условия проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха ..... от 15 до 25 °С;
- относительная влажность воздуха ..... не более 80 %.

#### 6 Подготовка к поверке

Порядок установки приемника на рабочее место, включения, управления и дополнительная информация приведены в руководстве по эксплуатации: «Приемники измерительные ESR26. Руководство по эксплуатации».

Убедиться в выполнении условий проведения поверки.

Выдержать приемник в выключенном состоянии в условиях проведения поверки не менее двух часов, если он находился в отличных от них условиях.

Выдержать приемник во включенном состоянии не менее 30 минут.

Выдержать средства поверки во включенном состоянии в течение времени, указанного в их руководствах по эксплуатации.

## 7 Проведение поверки

### 7.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра установить соответствие приемника следующим требованиям:

- наружная поверхность не должна иметь следов: механических повреждений; коррозии металлических деталей; воздействия жидкостей, которые могут влиять на работу прибора и его органов управления;

- органы управления должны быть прочно закреплены, их положение должно быть четко зафиксировано;

- разъемы и гнезда должны быть чистыми, не иметь следов механических повреждений;

- лакокрасочное покрытие должно быть не повреждено, маркировка должна быть хорошо различима, читаема, информация о модели приемника - на лицевой панели, о заводском номере и стране изготовления - на задней панели прибора;

- внутри корпуса не должно быть шумов, обусловленных наличием незакрепленных деталей и посторонних предметов.

- целостность пломб должна быть не нарушена;

Результаты выполнения операции считать положительными, если выполняются вышеуказанные требования.

### 7.2 Идентификация программного обеспечения

Проверить отсутствие ошибок при включении приемника. Идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения приемника отображаются при нажатии "Setup – System Info – Versions+Options".

Номер версии ПО должен соответствовать описанию ПО в технической документации на приемник, ошибки при включении должны отсутствовать.

### 7.3 Опробование

Проверить отсутствие сообщений о неисправности на экране приемника после включения прибора и возможность прохождения внутреннего теста, для чего нажать "Preset", после времени прогрева 30 минут запустить процедуру встроеной автоматической калибровки и самопроверки, нажатием клавиш: "Setup > Alignment > SelfAlignment".

Приборы, не прошедшие самотестирование и имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт

Результаты опробования считать удовлетворительными, если после включения, загрузки программного обеспечения приемника и прохождения внутреннего теста не возникают сообщения об ошибках.

7.4 Определение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора и абсолютной погрешности измерений частоты в режиме частотомера

Определение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора проводят методом прямых измерений с помощью частотомера универсального CNT-90XL и стандарта частоты рубидиевого GPS-12RG, который используется в качестве опорного генератора.

Выполнить соединение средств измерений (СИ) в соответствии со схемой, приведенной на рис. 1.



Рисунок 1

Измерить частоту опорного генератора приемника.

Относительную погрешность частоты вычислить по формуле 1:

$$\delta F = (F_{изм} - F_{ном}) / F_{ном}, \quad (1)$$

где  $F_{ном}$  – установленное значение частоты, Гц (10 МГц);

$F_{изм}$  – измеренное значение частоты, Гц.

Определение допустимой абсолютной погрешности измерений частоты опорного генератора проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов СВЧ R&S SMF100A и стандарта частоты рубидиевого GPS-12RG, который используется в качестве опорного генератора.

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 2.



Рисунок 2

Подать опорный сигнал со стандарта частоты на вход генератора сигналов. Установить выходной уровень сигнала генератора СВЧ минус 20 дБ (1мВт), частоту выходного сигнала 1 ГГц.

Установить в приемнике режим анализатора спектра, центральную частоту 1 ГГц, полосу обзора 1 МГц, полосу пропускания 300 кГц, уровень минус 8 дБ (1 мВт), режим частотомера.

Измерить значение частоты сигнала с выхода генератора сигналов СВЧ.

Определить погрешность измерений частоты в режиме измерений частоты входного синусоидального сигнала как разницу между значением частоты сигнала, поданного с генератора сигналов СВЧ, и значением частоты, измеренным прибором.

Результаты испытаний по данной операции считаются положительными, если:

- значение относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора не превышает  $\pm 1 \cdot 10^{-6}$  или  $\pm 1 \cdot 10^{-7}$  (с опцией В4);
- значение абсолютной погрешности измерений частоты в режиме измерений частоты входного синусоидального сигнала составляет  $\pm 1$  кГц или  $\pm 100$  Гц (с опцией В4).

**7.5** Определение погрешности установки полосы пропускания, коэффициента прямоугольности и погрешности измерения уровня мощности входного сигнала при переключении полосы пропускания

Определение погрешности установки полосы пропускания проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов СВЧ R&S SMF100A и стандарта частоты рубидиевого GPS-12RG, который используется в качестве опорного генератора.

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 2.

Установить на приемнике режим анализатора спектра. Выполнить следующие установки:

- [ **PRESET** ]
- [ **MODE: SPECTRUM** ]
- [ **INPUT/OUTPUT: PRESELECT OFF** ]
- [ **AMPT: RF ATTEN MANUAL: 10 dB** ]
- [ **AMPT : 0 dBm** ]
- [ **FREQ : CENTER: 64 MHz** ]

Выполнить установки на генераторе сигналов СВЧ:

Опорный генератор – внешний, 10 МГц

Частота  $F_{г}$  = 64 МГц

Уровень минус 10 дБ (1мВт)

Для определения ширины полосы пропускания по уровню минус 3 дБ на приёмнике установить:

- [ **MKR FCTN: N DB DOWN: 3 dB** ]

Установить полосу пропускания от 10 Гц до 10 МГц с шагом 1-2-3-5, 20 МГц, 28 МГц, 40 МГц:

- [ **BW: RES BW MANUAL: xx** ]

Установить значение полосы обзора = 3 x RBW, где RBW (полоса пропускания):

- [ **SPAN: {3 x RBW}** ]

Установить маркер приемника на максимум сигнала:

- [ **MKR\_: PEAK** ]

Считать показание ширины полосы пропускания по уровню минус 3 дБ в верхнем правом углу ЖКИ приемника BW  $\Delta F$ -3 дБ.

Для определения погрешности установки полос пропускания ЭМС выполнить следующие операции:

Установить на приемнике фильтры ЭМС:

- [ **BW: FILTER TYPE: EMI (6 dB): ENTER** ]

Для определения ширины полосы пропускания по уровню минус 6 дБ нажать:

- [ **MKR FCTN: N DB DOWN: 6 dB** ]

Установить значение полосы пропускания RBW 0,2; 9; 120 кГц и 1 МГц.

- [ **BW: RES BW MANUAL {RBW}** ]

Установить значение полосы обзора SPAN

- [ **SPAN: {3 x RBW}** ]

Установить маркер на максимум сигнала:

- [ **MKR \_ : PEAK** ]

Считать показание ширины полосы пропускания по уровню минус 6 дБ в верхнем правом углу ЖКИ приёмника BW  $\Delta F$ -6 дБ.

Результаты испытаний по данной операции считать положительными, если действительные значения ширины полосы пропускания отличаются от установленных не более, чем на  $\pm 3$  %.

Определение коэффициента прямоугольности проводят методом прямых измерений по схеме соединений СИ, приведённой на рисунке 2.

Выполнить установки на приёмнике:

- [ **PRESET** ]
- [ **MODE: SPECTRUM** ]
- [ **INPUT/OUTPUT: PRESELECT OFF** ]
- [ **AMPT: RF ATTEN MANUAL: 10 dB** ]



- [ **AMPT**: 0 dBm ]
- [ **FREQ**: CENTER: 64 MHz ]

Выполнить установки на генераторе:  
 Опорный генератор – внешний, 10 МГц  
 Частота F<sub>г</sub> = 64 МГц  
 Уровень минус 10 дБ (1мВт)

Для определения ширины полосы пропускания по уровню минус 60 дБ на приемнике нажать:

- [ **MKR FCTN**: N DB DOWN: 60 dB ]
- Установить значение полосы пропускания RBW из предыдущего пункта.
- [ **BW**: RES BW MANUAL {RBW} ]
- Установить значение полосы обзора SPAN
- [ **SPAN**: {20 x RBW} ]
- Установить маркер на максимум сигнала:
- [ **MKR \_**: PEAK ]

Считать показание ширины полосы пропускания по уровню минус 60 дБ в верхнем правом углу ЖКИ приёмника BW ΔF<sub>-60 дБ</sub>.

Вычислить значения коэффициента прямоугольности  $K_{np}$  по формуле 2:

$$K_{np} = \Delta F_{-60dB} / \Delta F_{-3dB} \quad (2)$$

где: ΔF<sub>-3дБ</sub> - измеренные значения ширины полосы пропускания по уровню минус 3 дБ в соответствии с предыдущим пунктом.

Для определения ширины полосы пропускания по уровню минус 60 дБ фильтров ЭМС выполнить следующие операции:

- Установить на приёмнике фильтры ЭМС:
- [ **BW**: FILTER TYPE : EMI (6 dB) : ENTER ]
- Для определения ширины полосы пропускания по уровню минус 60 дБ нажать:
- [ **MKR FCTN**: N DB DOWN : 60 dB ]
- Установить значение полосы пропускания RBW 0,2; 9; 120 кГц и 1 МГц:
- [ **BW**: RES BW MANUAL {RBW} ]
- Установить значение полосы обзора = 20 x RBW, где RBW (полоса пропускания):
- [ **SPAN**: {20 x RBW} ]
- Установить маркер на максимум сигнала:
- [ **MKR \_**: PEAK ]

Считать показание ширины полосы пропускания по уровню минус 60 дБ в верхнем правом углу ЖКИ приемника BW ΔF<sub>-60 дБ</sub>.

Вычислить значения коэффициента прямоугольности  $K_{np}$  по формуле 3:

$$K_{np} = \Delta F_{-60dB} / \Delta F_{-6dB} \quad (3)$$

где: ΔF<sub>-6дБ</sub> - измеренные значения ширины полосы пропускания по уровню минус 6 дБ в соответствии с предыдущим пунктом.

Результаты испытаний по данной операции считать положительными, если действительные значения коэффициента прямоугольности не превышают 5:1 по уровням минус 60 дБ и минус 3 дБ и 4:1 по уровням минус 60 дБ и минус 6 дБ.

Определение погрешности измерения уровня мощности входного сигнала при переключении полосы пропускания проводят методом прямых измерений по схеме соединений СИ, приведённой на рисунке 2.

Установить на приемнике режим анализатора спектра. Выполнить следующие установки:

- [ **PRESET** ]
- [ **MODE: SPECTRUM** ]
- [ **INPUT/OUTPUT : PRESELECT OFF** ]
- [ **AMPT : -20 dBm** ]
- [ **AMPT : RF ATTEN MANUAL : 10 dB** ]
- [ **FREQ : CENTER : 64 MHz** ]
- [ **TRACE : DETECTOR : RMS** ]
- [ **SPAN : 5 kHz** ]
- [ **BW : RBW MANUAL : 10 : kHz** ]

Выполнить установки на генераторе:

Опорный генератор – внешний, 10 МГц

Частота  $F_g = 64$  МГц

Уровень минус 30 дБ (1мВт)

Установить маркер приемника на максимум сигнала:

- [ **MKR \_ : PEAK** ]

Установить опорное значение дельта маркера на максимум сигнала:

- [ **MKR : REFERENCE FIXED** ]

Установить значение полосы пропускания RBW от 10 Гц до 10 МГц с шагом 1-2-3-5, 20 МГц, 28 МГц, 40 МГц:

- [ **BW : RBW MANUAL : {RBW} : ENTER** ]

Установить значение полосы обзора =  $0,5 \times \text{RBW}$ , где RBW (полоса пропускания):

- [ **SPAN : {0.5 x RBW}** ]

Для определения погрешности измерения уровня при переключении полосы пропускания относительно полосы пропускания 10 кГц установить дельта маркер на максимум сигнала:

- [ **MKR \_ : PEAK** ]

Считать показание маркера Delta [T1 FXD]  $\{\Delta_U\}$  dB в верхнем правом углу ЖКИ приемника.

Результаты испытаний по данной операции считать положительными, если действительные значения погрешности измерения уровня мощности входного сигнала при переключении полосы пропускания находятся в пределах  $\pm 0,1$  дБ для режима Sweep и  $\pm 0,2$  дБ для режима FFT (вид режима отображается в верхнем заголовке экрана).

#### 7.6 Определение среднего уровня собственных шумов и уровня остаточных сигналов комбинационных частот

Определение среднего уровня собственных шумов приемника проводят методом прямых измерений, путём измерения уровня с усреднением показаний отсчетных устройств приемника при отсутствии входного сигнала и подключении ко входу приемника RF IN нагрузки 50 Ом. Измерения проводят в режимах анализатора спектра и измерительного приёмника, а также при включенном и выключенном предусилителе.

Результаты испытаний по данной операции считать положительными, если средний уровень собственных шумов приемника не превышает значений, указанных в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Средний уровень собственных шумов в режиме анализатора спектра, приведенный к полосе пропускания 1 Гц, в диапазоне частот, в зависимости от состояния предусилителя, дБ (1 мВт), не более

Диапазон частот	Предусилитель выключен	Предусилитель включен
на частоте 10 Гц	-90	-
на частоте 20 Гц	-100	-
на частоте 100 Гц	-110	-
на частоте 1 кГц	-120	-
от 9 до 100 кГц включ.	-130	-150
св. 100 кГц до 1 МГц включ.	-145	-155
св. 1 МГц до 1 ГГц включ.	-150	-161
св. 1 до 3,6 ГГц включ.	-147	-158
св. 3,6 до 6 ГГц включ.	-144	-156
св. 6 до 7,4 ГГц включ.	-141	-154
св. 7,4 до 13,6 ГГц включ.	-145	-164
св. 13,6 до 15 ГГц включ.	-143	-157
св. 15 до 26,5 ГГц	-141	-157

Таблица 4 – Средний уровень собственных шумов в режиме измерительного приемника (детектор средних значений), приведенный к полосе пропускания 1 Гц, в диапазоне частот, в зависимости от значений фильтров полосы пропускания ПЧ (RBW) и состояния предусилителя, дБ (1 мкВ), не более

Диапазон частот	Предусилитель выключен	Предусилитель включен
на частоте 10 Гц, RBW=10 Гц	27	-
на частоте 20 Гц, RBW=10 Гц	17	-
на частоте 100 Гц, RBW=10 Гц	7	-
на частоте 1 кГц, RBW=100 Гц	7	-
от 9 до 100 кГц включ., RBW =200 Гц	0	-20
св. 100 до 150 кГц включ., RBW=200 Гц	-15	-25
св. 150 кГц до 1 МГц включ., RBW=9 кГц	2	-8
св. 1 до 30 МГц включ., RBW=9 кГц	-3	-14
св. 30 МГц до 1 ГГц включ., RBW=120 кГц	8	-3
св. 1 до 3,6 ГГц включ., RBW=1 МГц	20	9
св. 3,6 до 6 ГГц включ., RBW=1 МГц	23	11
св. 6 до 7,4 ГГц включ., RBW=1 МГц	26	13
св. 7,4 до 13,6 ГГц включ., RBW=1 МГц	22	3
св. 13,6 до 15 ГГц включ., RBW=1 МГц	24	10
св. 15 до 26,5 ГГц, RBW=1 МГц	26	10

Определение уровня остаточных сигналов комбинационных частот проводят методом прямых измерений, путём измерения уровня остаточных сигналов при подключении на вход нагрузки 50 Ом. На приемнике установить ослабление входного аттенюатора 0 дБ, измерения провести в диапазоне частот от 9 кГц до 26,5 ГГц.

Результаты испытаний по данной операции считать положительными, если уровень остаточных сигналов комбинационных частот в диапазоне от 9 кГц до 1 МГц (включ.) не

превышает значений минус 90 дБмВт, а в диапазоне частот св. 1 МГц до 26,5 ГГц не превышает значений минус 103 дБ (1мВт).

7.7 Определение абсолютной погрешности измерения уровня мощности входного сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на опорной частоте 64 МГц

Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на частоте 64 МГц проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов СВЧ R&S SMF100A и преобразователя измерительного NRP-Z57.

Перед измерениями определяют коэффициенты передачи резистивного сплиттера. Откалибровать анализатор цепей векторный (анализатор цепей) ZNB40. Подключить резистивный сплиттер к плоскостям калибровки ZNB40 по схеме, приведенной на рисунке 3.

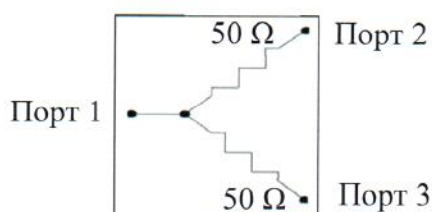


Рисунок 3

Измерить на анализаторе цепей коэффициенты передачи S21 и S31 на частоте 64 МГц. Используя функцию «MATH», вычислить трассу (S21/S31). Полученную трассу сохранить в виде «.s2p» файла и с помощью ПО «PowerViewer» загрузить в преобразователь NRP-Z57.

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведенной на рис. 4.

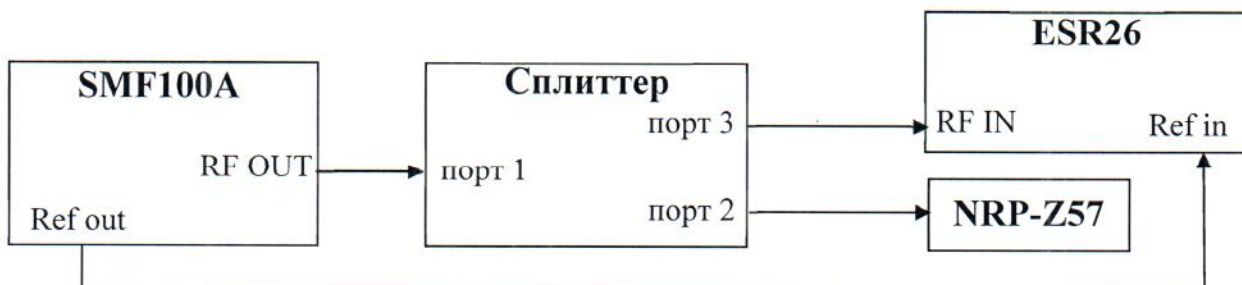


Рисунок 4

Выполнить следующие установки на приемнике:

- [ PRESET ]
- [ FREQ : CENTER 64 MHz ]
- [ AMPT : Ref Level: -10 dBm ]
- [ AMPT : RF ATTEN MANUAL: 10 dB ]
- [ BW : Res BW Manual : 10 kHz ]
- [ SPAN : 30 kHz ]
- [ TRACE : Trace 1 : DETECTOR: RMS ]
- [ SWEEP : Time : AUTO ]

Установить на преобразователе NRP-Z57 число усреднений 16. Перед каждым измерением, на преобразователе проводят процедуру автоматической установки нуля.

Установить частоту сигнала на выходе генератора 64 МГц, выходной уровень генератора такой, чтобы мощность, измеряемая преобразователем, была равна минус (10±0,1) дБ (1 мВт).

Зафиксировать результат измерения уровня по показанию маркера анализатора спектра  $L$  и значение уровня мощности, измеренное преобразователем  $L_{Powermeter}$ , предварительно активировав на преобразователе режим «S-parameter correction».

Вычислить погрешность измерений по формуле 4:

$$\Delta_{64\text{МГц}} = L - L_{Powermeter} \quad (4)$$

Результаты испытаний по данной операции считаются удовлетворительными, если действительное значение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на частоте 64 МГц не превышает ±0,2 дБ с выключенным преселектором и ±0,3 дБ с включенным преселектором.

7.8 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения ослабления входного аттенюатора на частоте 64 МГц относительно ослабления 10 дБ

Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения ослабления входного аттенюатора на частоте 64 МГц относительно ослабления 10 дБ проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов СВЧ R&S SMF100A и аттенюатора ступенчатого R&S RSC. Измерения проводят путем сравнения показаний дельта маркера приемника при установке значений входного аттенюатора в диапазоне от 0 до 70 дБ со значениями разностного ослабления образцового ступенчатого аттенюатора. При этом устанавливается постоянный уровень сигнала на первом смесителе приемника.

Установить на приемнике режим анализатора спектра. Выполнить следующие установки:

- [ PRESET ]
- [ MODE : SPECTRUM ]
- [ INPUT/OUTPUT : PRESELECT OFF ]
- [ FREQ : CENTER : 64 MHz ]
- [ AMPT : Ref Level : -30 dBm ]
- [ AMPT : RF ATTEN MANUAL : 10 dB ]
- [ BW : Res BW Manual : 1 kHz ]
- [ BW : Video BW Manual : 30 Hz ]
- [ SPAN : 500 Hz ]
- [ TRACE : DETECTOR : RMS ]
- [ SWEEP : SWEEP TIME MANUAL : 100 ms ]

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 5.

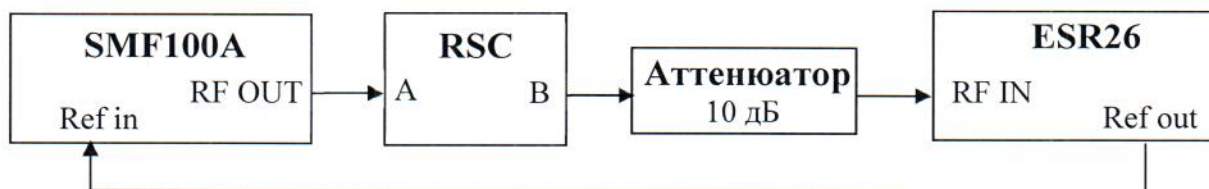


Рисунок 5

Выполнить установки на образцовом аттенюаторе:  
Номинальное значение ослабления 70 дБ

Выполнить установки на генераторе:  
 Опорный генератор – внешний, 10 МГц  
 Частота  $F_{Г} = 64$  МГц  
 Уровень 10 дБ (1мВт)

Установить маркер приемника на максимум сигнала:

- [ **MARKER->** : Peak ]

Установить опорное значение дельта маркера на максимум сигнала:

- [ **MARKER** : Select Marker Function : Reference Fixed ]

Установить на образцовом аттенуаторе номинальное значение ослабления в соответствии с таблицей 5.

Установить ослабление входного аттенуатора приёмника в соответствии с таблицей 5:

- [ **AMPT**: RF ATTEN MANUAL:  $A_{ESR}$  ]

Установить опорный уровень приемника в соответствии с таблицей 5:

- [ **AMPT**: Ref Level : RL ]

Установить маркер на максимум сигнала:

- [ **MARKER\_** : Peak ]

Считать показание маркера Delta [T1 FXD]  $\{\Delta_m\}$  дБ в верхнем правом углу ЖКИ.

Для каждого из значений ослабления входного аттенуатора приемника вычислить погрешность измерения уровня из-за переключения ослабления входного аттенуатора по формуле 5:

$$\Delta_{amm} = \Delta_m + (A_{\partial} - A_{\partial 70 \text{ дБ}}) \quad (5)$$

где:  $\Delta_m$  – отсчет маркера Delta [T1 FXD]  $\{\Delta_m\}$  дБ,

$A_{\partial}$  – действительное значение ослабления аттенуатора RSC на частоте 64 МГц (в соответствии с результатами поверки аттенуатора),

$A_{\partial 70 \text{ дБ}}$  – действительное значение ослабления аттенуатора RSC при установке номинального значения 70 дБ на частоте 64 МГц.

Таблица 5

Установки приемника		Ослабление аттенуатора		Отсчет маркера $\Delta_m$ , дБ	Погрешность $\Delta_{att}$ , дБ	Пределы допускаемой погрешности $\Delta_{att \text{ max}}$ , дБ
Ослабление входного аттенуатора $A_{ESR}$ , дБ	Опорный уровень $ref \text{ lev}$ , дБмВт	Номинальное значение $A_n$ , дБ	Действительное значение $A_d$ , дБ			
0	минус 40	80				$\pm 0,2$
10	минус 30	70		0	0	-
20	минус 20	60				$\pm 0,2$
30	минус 10	50				
40	0	40				
50	10	30				
60	20	20				
70	30	10				

Результаты испытаний по данной операции считать удовлетворительными, если действительные значения абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения ослабления входного аттенуатора на частоте 64 МГц относительно ослабления 10 дБ не превышают  $\pm 0,2$  дБ.

7.9 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за нелинейности шкалы в зависимости от диапазона измерений уровня (при отношении сигнал/шум не менее 16 дБ)

Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за нелинейности шкалы в зависимости от диапазона измерений уровня (при отношении сигнал/шум не менее 16 дБ) проводят методом прямых измерений, путем сравнения показаний дельта маркера приемника в режиме анализатора спектра со значениями разностного ослабления образцового ступенчатого аттенюатора. Измерения проводят при фиксированных значениях опорного уровня и ослабления входного аттенюатора приемника в диапазоне от 0 до минус 70 дБ относительно опорного уровня.

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 5.

Установить на приемнике режим анализатора спектра. Выполнить следующие установки:

- [ **PRESET** ]
- [ **MODE** : SPECTRUM ]
- [ **INPUT/OUTPUT** : PRESELECT OFF ]
- [ **FREQ** : CENTER : 64 MHz ]
- [ **AMPT**: Ref Level : 0 dBm ]
- [ **AMPT**: RF ATTEN MANUAL: 10 dB ]
- [ **BW** : Res BW Manual : 30 Hz ]
- [ **BW** : Video BW Manual : 30 Hz ]
- [ **SPAN** : 0 Hz ]
- [ **TRACE** : DETECTOR : RMS ]
- [ **SWEEP** : SWEEP TIME MANUAL : 2 s ]

Выполнить установки на образцовом аттенюаторе:

Номинальное значение ослабления 0 дБ

Выполнить установки на генераторе:

Опорный генератор – внешний, 10 МГц

Частота  $F_{г}$  = 64 МГц

Уровень 0 дБ (1 мВт)

Установить маркер приемника на максимум сигнала:

- [ **MARKER->** : Peak ]

Установить опорное значение дельта маркера на максимум сигнала:

- [ **MARKER** : Select Marker Function : Reference Fixed ]

Установить на образцовом аттенюаторе номинальное значение ослабления от 0 до 70 дБ с шагом 10 дБ.

Считать показание маркера Delta [T1 FXD] {  $\Delta_m$  } dB в верхнем правом углу ЖКИ приемника.

Для каждого из значений уровня входного сигнала в диапазоне от 0 до минус 70 дБ (1 мВт) вычислить погрешность измерения уровня из-за нелинейности шкалы по формуле 6:

$$\Delta_{ш} = \Delta_m + \Delta_d \quad (6)$$

где  $\Delta_m$  – отсчет маркера Delta [T1 FXD] {  $\Delta_m$  } dB,

$\Delta_d$  – действительное значение ослабления аттенюаторов на частоте 64 МГц (в соответствии с результатами поверки аттенюатора)

Результаты испытаний по данной операции считать удовлетворительными, если действительные значения абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за нелинейности шкалы в зависимости от диапазона измерений уровня (при отношении сигнал/шум не менее 16 дБ) находятся в пределах:

- ± 0,2 дБ от минус 70 до минус 60 дБ включ.
- ± 0,15 дБ от минус 60 до минус 50 дБ включ.
- ± 0,1 дБ от минус 50 до 0 дБ.

7.10 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) относительно уровня мощности входного сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на частоте 64 МГц в зависимости от состояния преселектора

Определения неравномерности АЧХ относительно уровня мощности входного сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на частоте 64 МГц в зависимости от состояния преселектора проводят методом прямых измерений путем сравнения показаний приемника в режиме анализатора спектра с показаниями преобразователя измерительного (датчик мощности) по схеме соединений СИ, приведённой на рис. 6.

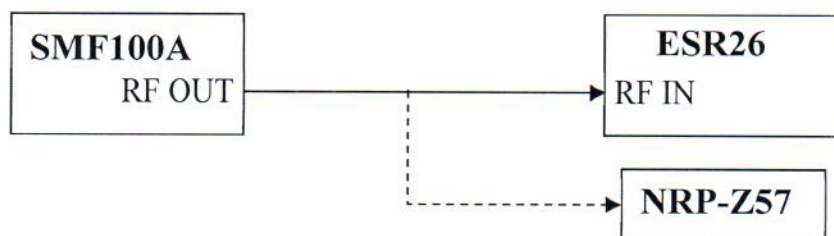


Рисунок 6

Подключить к выходу генератора “RF” измерительный кабель. Соединить свободный конец измерительного кабеля со входом датчика мощности. Выполнить установку нуля датчика мощности, установить на нем частоту измерений 64 МГц для корректировки частотной зависимости.

Установить на приемнике режим анализатора спектра, выключить преселектор. Выполнить следующие установки:

- [ PRESET ]
- [ MODE : SPECTRUM ]
- [ INPUT/OUTPUT : PRESELECT OFF ]
- [ AMPT : RF ATTEN MANUAL : 10 dB ]
- [ AMPT : 0 dBm ]
- [ SPAN : 100 kHz ]
- [ BW : RBW MANUAL : 10 kHz ]
- [ FREQ : CENTER : 64 MHz ]
- [ TRACE : DETECTOR : RMS ]

Выполнить установки на генераторе:  
Опорный генератор – внешний, 10 МГц  
Частота  $F_{г}$  = 64 МГц  
Уровень минус 10 дБ (1 мВт)

Считать показание датчика мощности на частоте 64 МГц  $L_{Power\ 64\ МГц}$

Отключить от измерительного кабеля датчик мощности и подключить к нему приёмник. Далее проводить указанные выше подключения для каждой частоты.



Установить маркер приёмника на максимум сигнала:

- [ MKR \_ : PEAK ]

Считать показание маркера  $\Delta_M$  64 МГц в верхнем правом углу ЖКИ приемника и вычислить опорное значение погрешности измерения уровня приемника на частоте 64 МГц по формуле 7:

$$Ref_{64 \text{ МГц}} = \Delta_M 64 \text{ МГц} - L_{Power 64 \text{ МГц}}, \text{ дБ} \quad (7)$$

Устанавливать частоту сигнала на генераторе и центральную частоту на приемнике, начиная с частот 1 кГц, 10 кГц и заканчивая частотой 26,5 ГГц с шагом 1 МГц до 10 МГц, 100 МГц до 1 ГГц, 0,5 ГГц до 26,5 ГГц.

Для каждой установленной частоты провести настройку и снять показания датчика мощности  $L_{Power}$ .

При установленной центральной частоте приёмника менее 1 МГц ширину полосы пропускания установить равной 10 Гц.

Для каждой установленной частоты установить маркер приемника на максимум сигнала:

- [ MKR \_ : PEAK ]

Считать показание маркера  $\Delta_M$  в верхнем правом углу ЖКИ приёмника и вычислить неравномерность амплитудно-частотной характеристики приемника по формуле 8:

$$\Delta_{АЧХ} = \Delta_M - L_{Power} - Ref_{64 \text{ МГц}}, \text{ дБ} \quad (8)$$

Затем включить преселектор и повторить все измерения:

- [ INPUT/OUTPUT : PRESELECT ON ]

Результаты испытаний по данной операции считаются положительными, если действительные значения неравномерности АЧХ находятся в пределах, указанных в таблице 6.

Таблица 6

Диапазон частот	Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно уровня мощности входного сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на частоте 64 МГц, дБ, не более	
	с выключенным преселектором	с включенным преселектором
от 10 Гц до 9 кГц включ.	±1,0	±1,0
св. 9 кГц до 10 МГц включ.	±0,5	±0,6
св. 10 МГц до 3,6 ГГц включ.	±0,3	±0,6
св. 3,6 до 7 ГГц включ.	±0,5	±0,8
св. 7 до 13,6 ГГц включ.	±1,5	±1,5
св. 13,6 до 26,5 ГГц	±2,0	±2,0

#### 7.11 Определение уровня фазовых шумов на несущей частоте 500 МГц

Определение уровня фазовых шумов (ФШ) проводят методом прямых измерений при подаче на вход приемника синусоидального сигнала по схеме, представленной на рис. 2. Для выделения уровня фазовых шумов над средним уровнем шумов приемника при больших отстройках от несущей устанавливают меньшее ослабление входного аттенюатора и

опорный уровень ниже уровня входного сигнала. Для уменьшения времени измерения используют полосу обзора на порядок меньшую, чем отстройка от несущей.

Установить на приемнике режим анализатора спектра, выключить преселектор. Выполнить следующие установки:

- [ **PRESET** ]
- [ **MODE: SPECTRUM** ]
- [ **NPUT/OUTPUT : PRESELECT OFF** ]
- [ **FREQ : CENTER : 500 MHz** ]
- [ **AMPT : 0 dBm** ]
- [ **AMPT : RF ATTEN MANUAL : 10 dB** ]
- [ **BW : COUPLING RATIO : RBW/VBW NOISE[10]** ]

Выполнить установки на генераторе:  
Опорный генератор – внешний, 10 МГц  
Частота  $F_{\Gamma} = 500$  МГц  
Уровень 0 дБмВт

Установить полосу обзора приемника в соответствии с таблицей 7

- [ **SPAN : {span}** ]

Установить полосу пропускания RBW приемника в соответствии с таблицей 7

- [ **BW : Res BW Manual : {RBW}** ]

Установить усреднение по 20 разверткам

- [ **TRACE 1 : AVERAGE** ]
- [ **SWEEP : SWEEP COUNT : 20 : ENTER** ]

Активировать маркер для измерения фазовых шумов:

- [ **MKR : Select Marker Functions : PHASE NOISE** ]

Установить маркер для измерения фазовых шумов на величину отстройки offset в соответствии с таблицей 7

- [ **MKR : MARKER 2 : {offset}** ]

Установить опорный уровень reference level и ослабление входного аттенюатора  $A_{ESR}$  в соответствии с таблицей 7 (в зависимости от отстройки)

- [ **AMPT : {reference level}** ]
- [ **AMPT : RF ATTEN MANUAL :  $\{A_{ESR}\}$**  ]

Установить маркер для измерения фазовых шумов на величину отстройки offset

- [ **MKR : MARKER 2 : {offset}** ]

Считать показание уровня фазовых шумов Delta 2 [T1 PHN] в верхнем правом углу ЖКИ приемника.

Результаты испытаний по данной операции считать удовлетворительными, если действительные значения уровня фазовых шумов не превышают допустимых значений, указанных в последнем столбце таблицы 7.

Таблица 7

Отстройка от несущей (offset), Гц	Полоса обзора (span), Гц	Полоса пропускания (RBW), Гц	Опорный уровень (reference level), дБмВт	Ослабление входного аттенюатора ( $A_{ESR}$ ), дБ	Действительные значения уровня фазовых шумов, Delta 2 [T1 PHN], дБн/Гц	Верхний допустимый предел уровня фазовых шумов, дБн <sup>1</sup> /Гц
$1 \cdot 10^2$	20	10	0	10		-84
$1 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^2$	0	10		-101
$1 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^2$	0	10		-106
$1 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^3$	минус 10	5		-115
$1 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^4$	минус 10	5		-134

<sup>1</sup> Примечание: дБн/Гц – дБ относительно уровня несущей приведенный к полосе пропускания 1 Гц.

7.12 Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка, уровня подавления каналов приема зеркальных частот, промежуточных частот и прочих паразитных каналов

Определение относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка проводят методом прямых измерений при подаче на вход приемника синусоидального сигнала уровнем  $L_{смес}$  и частотой  $f_1$  через фильтр нижних частот (ФНЧ), и измерения относительного уровня помех  $L_{k2}$ , возникших на частоте  $2f_1$ .

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведенной на рис. 7

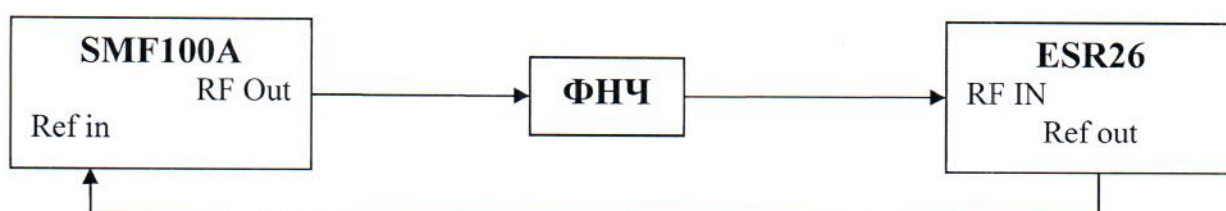


Рисунок 7

Подключить ФНЧ соответствующего диапазона (для подавления  $2f_1$ ).

На генераторе установить сигнал с параметрами:

частота –  $f_1$ ;

уровень – минус 10дБ (1мВт)

Выполнить настройки на приёмнике:

- [ PRESET ]
- [ AMPT : RF ATTEN MANUAL : 0 dB ]
- [ AMPT : -10 dBm ]
- [ SPAN : 10 kHz ]
- [ BW : RES BW MANUAL : 30 Hz ]
- [ BW : VIDEO BW MANUAL : 10 Hz ]
- [ FREQ : CENTER :  $F_{in}$  ]

где  $F_{in}$  – диапазон частот от 100 МГц до 13,25 ГГц, в котором проводятся измерения.

Установить маркер на пик сигнала:

- [ **MKR=>** : PEAK ]

По маркеру определить уровень сигнала  $L_{смес}$ . Регулируя уровень генератора установить показания маркера на значение -10 dBm.

Установить центральную частоту на 2-ую гармонику:

- [ **FREQ** : CENTER : { $2 \times f_1$ } ]

Установить маркер на пик 2-ой гармоники:

- [ **MKR=>** : PEAK ]

По маркеру определить уровень сигнала  $L_{K2}$ .

Уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка, определить по формуле 9:

$$SHI = L_{смес} - L_{K2}. \quad (9)$$

Результаты испытаний по данной операции считать положительными, если уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями 2-го порядка, выраженный в виде точки пересечения второго порядка (SHI), составляет значения не менее, указанных в таблице 8.

Таблица 8 - Относительный уровень гармонических искажений 2-го порядка  $L_{K2}$ , выраженный в виде точки пересечения 2-го порядка (SHI), в диапазоне частот, в зависимости от состояния преселектора и предусилителя, дБ относительно 1 мВт, не менее

Диапазон частот	С выключенным преселектором и предусилителем	С включенным преселектором и выключенным предусилителем	С включенным преселектором и включенным предусилителем
от 100 МГц до 3,5 ГГц включ.	45	50	35
св. 3,5 до 13,25 ГГц	75	75	25

Уровень подавления каналов приема зеркальных частот, промежуточных частот и прочих паразитных каналов провести методом прямых измерений с помощью генератора сигналов СВЧ R&S SMF100A.

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 2.

Подать опорный сигнал со стандарта частоты на вход генератора сигналов.

Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов СВЧ минус 10 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала  $F_{ген}$  в соответствии с данными из таблицы 9.

Выполнить следующие установки на приёмнике:

- [ **PRESET** ]

- [ **FREQ** : CENTER :  $F_{изм}$  ]

- [ **AMPT** : Ref Level : -30 dBm ]

- [ **AMPT** : RF ATTEN MANUAL: 0 dB ]

- [ **BW** : Res BW Manual : 1 kHz ]

- [ **BW** : Video BW Manual : 100 Hz ]

- [ **SPAN** : 10 kHz ]

Установить маркер приёмника на максимум сигнала:

- [ **MARKER->** : Peak ]

Провести измерения на частотах  $F_{изм}$ , указанных в таблице 9.

Таблица 9

Частота, устанавливаемая на генераторе сигналов СВЧ, $F_{ген}$ , МГц	Частота, устанавливаемая на приемнике, $F_{изм}$ , МГц
$F_{изм} \pm 2 \times 729,9$	101, 1799, 3599, 5299, 6999, 9999, 17999, 25999
$F_{изм} \pm 2 \times 89,9$	101, 3599, 6999, 9999, 21999
729,9	101, 3599, 5299, 6999, 9999, 21999
89,9	1001

Результаты испытаний по данной операции считать положительными, если уровень в каналах приема зеркальных частот, промежуточных частот и прочих паразитных каналах не превышает значения минус 70 дБн.

### 7.13 Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка

Относительный уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, провести методом прямых измерений, путем подачи на вход приёмника двух гармонических сигналов уровнем  $L_{смес}$  = минус 15 дБ (1 мВт) или минус 45 дБ (1 мВт) (при включенном предусилителе) с частотами  $f_1$  и  $f_2$  и измерения уровня помех  $L_{ИМЗ}$ , возникших на частотах  $2f_1-f_2$  и  $2f_2-f_1$  относительно уровня основных сигналов на частотах  $f_1$  и  $f_2$ .

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 8.

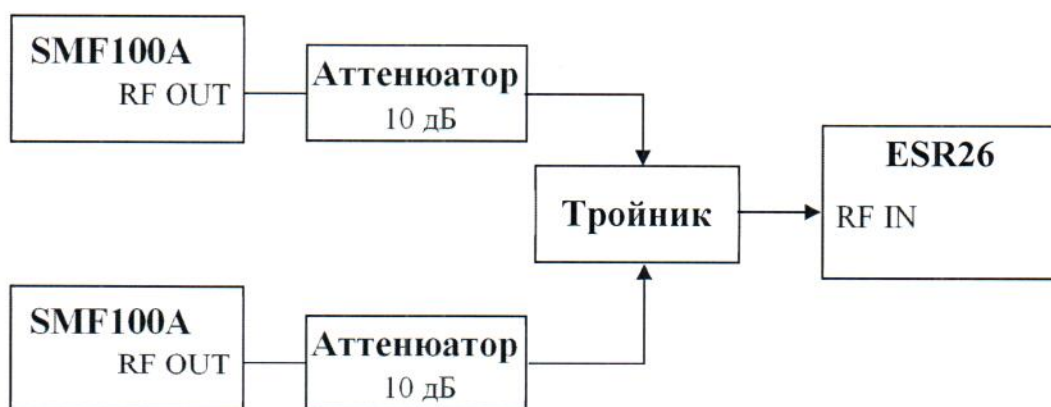


Рисунок 8

Выполнить следующие установки на приёмнике:

- [ PRESET ]
- [ AMPT: Ref Level : -13 dBm ]
- [ AMPT : RF ATTEN MANUAL : 0 dB ]
- [ BW : Res BW Manual : 30 kHz ]
- [ BW : Video BW Manual : 1 kHz ]
- [ SPAN : 4 MHz ]

Установить выходной уровень сигнала первого генератора SMF100A минус 3 дБ (1 мВт), частоту  $f_1 = f_{изм} - 500$  кГц.

Установить выходной уровень сигнала второго генератора SMF100A минус 3 дБ (1 мВт), частоту  $f_2 = f_{изм} + 500$  кГц.

Включить мощность первого генератора SMF100A. Органами регулировки генератора установить уровень на входе приёмника минус 15 дБ (1 мВт). Выключить

мощность первого генератора SMF100A, включить мощность второго генератора SMF100A и его уровень установить аналогичным образом.

Включить выходную мощность первого генератора SMF100A.

При помощи соответствующей функции приёмника определить точку пересечения 3-го порядка ТОI.

Измерения проводить в диапазоне частот от 10 МГц до 26,5 ГГц.

Результаты испытаний по данной операции считать положительными, если уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, выраженный в виде точки пересечения 3-го порядка  $ТОI = (2 * L_{смес.} - L_{ИМЗ})/2$ , не менее значений, указанных в таблице 10.

Таблица 10 - Относительный уровень интермодуляционных искажений 3-го порядка  $L_{ИМЗ}$ , выраженный в виде точки пересечения 3-го порядка (ТОI), в диапазоне частот, в зависимости от состояния преселектора и предусилителя, дБ (1 мВт), не менее

Диапазон частот	С выключенным преселектором и предусилителем	С включенным преселектором и выключенным предусилителем	С включенным преселектором и включенным предусилителем
от 10 до 100 МГц включ.	12	5	-16
св. 100 МГц до 3,6 ГГц включ.	13	8	-14
св. 3,6 до 7 ГГц включ.	15	5	-10
св. 7 до 26,5 ГГц	15	15	-10

#### 7.14 Определение параметров приемника в режиме анализа в реальном масштабе времени

Определение параметров приёмника в режиме реального времени проводят методом прямых измерений, по схеме рисунка 4. На приёмнике включить режим анализатора в реальном масштабе времени с отображением спектра с послесвечением и полосой обзора 40 МГц, выключают преселектор.

На генераторе и на приёмнике установить частоту 1 ГГц, на генераторе – уровень 0 дБ (1мВт), уровень на входе приёмника контролировать с помощью преобразователя измерительного (ваттметра). Изменяя частоту сигнала генератора в диапазоне  $\pm 20$  МГц с шагом 1 МГц и, контролируя уровень с помощью ваттметра, провести измерения уровня на приёмнике.

Результаты испытаний по данной операции считать положительными, если неравномерность АЧХ не превышает  $\pm 1$  дБ.

Затем на генераторе включить режим импульсной модуляции (ИМ) с длительностью импульса 25 мкс и периодом следования 1 с и несущей 15 ГГц, уровень 0 дБ (1мВт) на входе приёмника, установленный по ваттметру в режиме НГ. На приёмнике в режиме анализа в реальном масштабе времени, с отображением спектра с послесвечением, установить полосу обзора 40 МГц с полосой пропускания 200 кГц.

Результаты испытаний по данной операции считать положительными, если на приёмнике фиксируется спектр ИМ-сигнала с уровнем 0 дБ (1мВт)  $\pm 1,0$  дБ.

#### 7.15 Определение КСВН входа приемника

Определение КСВН входа приемника проводят методом прямых измерений, с помощью анализатора цепей векторного ZNB40. Анализатор цепей откалибровать по срезу кабеля в соответствии с его руководством по эксплуатации. Кабель подключить к входу

приемника с установленным значением ослабления входного аттенюатора 10 дБ и провести измерения в диапазон частот от 10 МГц до 26,5 ГГц.

Результаты испытаний по данной операции считать положительными, если КСВН входа приемника не превышает 1,5 в диапазоне частот до 3,6 ГГц; 2,2 свыше 3,6 ГГц.

#### 7.16 Определение параметров следящего генератора

Погрешность уровня и неравномерность амплитудно-частотной характеристики следящего генератора для выходного уровня минус 10 дБ (1мВт) проводят методом прямых измерений, при помощи ваттметра.

Выход следящего генератора соединить с входом преобразователя измерительного (ваттметра). Выполнить установку нуля ваттметра, установить частоту измерения 64 МГц для корректировки частотной зависимости ваттметра.

Включить следящий генератор, установить частоту выходного сигнала 64 МГц, уровень минус 10 дБ (1мВт).

Провести отсчет уровня мощности по ваттметру  $L_{Power(64\text{ МГц})}$ , dBm.

Устанавливать частоту следящего генератора от 100 кГц до 7 ГГц, при этом каждый раз производить настройку ваттметра на частоту следящего генератора и записывать отсчет ваттметра.

Вычислить неравномерность АЧХ следящего генератора по формуле 10.

$$\Delta_{АЧХ} = L_{Power(F)} - L_{Power(64\text{ МГц})}, \text{ дБ} \quad (10)$$

где  $L_{Power(F)}$  – отсчет ваттметра на частоте  $F_{изм}$ ;

$L_{Power(64\text{ МГц})}$  – отсчет ваттметра на частоте 64 МГц.

Результаты испытаний по данной операции считать положительными, если действительное значение погрешности выходного уровня сигнала минус 10 дБ (1мВт) на частоте 64 МГц составляет не более  $\pm 1$  дБ и действительные значения неравномерности АЧХ не превышают  $\pm 3$  дБ.

#### 7.17 Определение абсолютной погрешности выполнения амплитудного соотношения квазипикового детектора

Определение абсолютной погрешности выполнения амплитудного соотношения квазипикового детектора провести методом прямых измерений, с помощью генератора сигналов произвольной формы и осциллографа.

В соответствии с ГОСТ CISPR 16-1-1-2016 для определения амплитудного соотношения квазипикового детектора приемника в полосе CISPR A (9 кГц-150 кГц) ко входу приёмника через тройник подключить генератор сигналов произвольной формы и осциллограф с входным сопротивлением 1 МОм.

На генераторе импульсов установить частоту повторения импульсов 25 Гц, длительность импульса 1 мкс. По осциллографу установить амплитуду импульса 3,375 В, что соответствует площади импульса 3,375 мкВ\*с.

На приемнике установить режим приемника, сопряжение входа по постоянному току, частоту 100 кГц и квазипиковый детектор. Зафиксировать измеренное значение  $Q(3,375\text{ мкВ*с})$ .

Вычислить показания приёмника при подаче на его вход импульсов с площадью 13,5 мкВ\*с по формуле 11:

$$Q_{(13,5\text{мкВ}\cdot\text{с})} = Q_{(3,375\text{мкВ}\cdot\text{с})} + 12 \text{ дБ} \quad (11)$$

где поправка  $12 \text{ дБ} = 20 \cdot \lg(13,5 \text{ мкВ}\cdot\text{с} / 3,375 \text{ мкВ}\cdot\text{с})$

Результаты испытаний по данной операции считать положительными, если показания приемника при подаче на его вход импульсов с площадью  $13,5 \text{ мкВ}\cdot\text{с}$  лежат в пределах  $66 \text{ дБ/мкВ} \pm 1,5 \text{ дБ}$ .

Для определения амплитудного соотношения в полосах CISPR B (150 кГц – 30 МГц) и CISPR C/D (30 МГц – 300 МГц/300 МГц – 1 ГГц) ко входу приемника подключить генератор сигналов. На генераторе установить режим импульсной модуляции с частотой следования импульсов 100 Гц и длительностью 1 мкс, частоту и уровень (уровень контролировать по анализатору спектра FSV40) установить в соответствии с таблицей 11.

Таблица 11

Полоса	Частота, МГц	Уровень, В
CISPR B	25	0,316
CISPR C	250	0,044
CISPR D	$9 \cdot 10^2$	0,044

На приемнике установить режим приемника, сопряжение входа по постоянному току, частоту 100 кГц и квазипиковый детектор. Поочередно настраивая приемник на частоты 25,01 МГц, 250,01 МГц и 900,01 МГц, провести измерения уровня. Добавить к показаниям поправку 3 дБ согласно приложению Д.6 ГОСТ Р 51318.16.1.1-2007.

Результаты испытаний по данной операции считать положительными, если показания приемника лежат в пределах  $66 \text{ дБ/мкВ} \pm 1,5 \text{ дБ}$ .

7.18 Определение абсолютной погрешности выполнения импульсной характеристики квазипикового детектора

Определение абсолютной погрешности выполнения импульсной характеристики квазипикового детектора, проводят методом прямых измерений, аналогично предыдущему пункту во всех частотных диапазонах для частот повторения импульсов, указанных в таблице 12.

Вычислить разность показаний для каждой частоты следования импульсов по формуле 12:

$$B^{QP} = Q_2 - Q_1 \quad (12)$$

где  $Q_2$  - отсчет при частоте повторения, на которой нормировано амплитудное соотношение (25 или 100 Гц);

$Q_1$  - отсчеты на других частотах повторения.

Погрешность выполнения импульсной характеристики квазипикового детектора в децибелах определить по формуле 13:

$$\Delta B = B_{\text{ном}}^{QP} - B_{QP} \quad (13)$$

где  $B_{\text{ном}}^{QP}$  - номинальное значение импульсной характеристики для квазипикового детектора.



Результаты испытаний по данной операции считать положительными, если для всех режимов работы погрешность выполнения импульсной характеристики квазипикового детектора лежит в пределах, указанных в таблице 12.

Таблица 12

Частота повторения, Гц	Значения импульсной характеристики и её допустимые отклонения, дБ, в полосе частот:		
	от 9 до 150 кГц включ.	св. 0,15 до 30 МГц включ.	св. 30 до 1000 МГц
1000	–	-4,5±1,0	-8,0±1,0
100	-4,0±1,0	опорное значение	опорное значение
60	-3,0±1,0	–	–
25	опорное значение	–	–
20	–	+6,5±1,0	+9,0±1,0
10	+4,0±1,5	+10,0±1,5	+14,0±1,5
5	+7,5±2,0	–	–
2	+13,0±2,0	+20,5±2,0	+26,0±2,0
1	+17,0±2,0	+22,5±2,0	+28,5±2,0

7.19 Определение полос обзора и относительной погрешности установки полосы обзора

Определение полос обзора и относительной погрешности установки полосы обзора, проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов СВЧ R&S SMF100A и стандарта частоты рубидиевого GPS-12RG, который используется в качестве опорного генератора.

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 2.

Полосу обзора определить измерением начальной  $f_n$  и конечной  $f_k$  частот каждой полосы обзора при подаче гармонического сигнала известной частоты на вход приёмника, формуле 14:

$$P_{обз} = f_k - f_n \quad (14)$$

Результаты испытаний по данной операции считать удовлетворительными, если полосы обзора устанавливаются от 10 Гц до полного диапазона частот; относительная погрешность установки полосы обзора не превышает  $\pm 0,1\%$ .

7.20 Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне от минус 70 дБ до 0 дБ относительно опорного уровня минус 10 дБ (1 мВт), при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ, при ослаблении аттенюатора СВЧ 10 дБ, 20 дБ, 30 дБ, 40 дБ, при выключенном предусилителе, с уровнем доверительной вероятности 0,95, в зависимости от диапазона частот

Определение абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала в диапазоне от минус 70 дБ до 0 дБ относительно опорного уровня минус 10 дБ (1 мВт), при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ, при ослаблении аттенюатора СВЧ 10 дБ, 20 дБ, 30 дБ, 40 дБ, при выключенном предусилителе, с уровнем доверительной вероятности 0,95, в зависимости от диапазона частот проводят методом расчёта по формуле 15:

$$\Delta L = \Delta L_{64} + \delta_{АЧХ} + \Delta L_n + \Delta L_{амт} \quad (15)$$

Где:  $\Delta L_{64}$  - погрешность измерений уровня сигнала минус 10 дБ (1мВт) на частоте 64 МГц;

$\delta_{АЧХ}$  - неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно частоты 64 МГц;

$\Delta L_n$  - погрешность измерений уровня из-за нелинейности шкалы;

$\Delta L_{амт}$  - погрешность измерений уровня из-за переключения ослабления входного аттенюатора.

Расчеты провести при следующих настройках приемника:

- 1) Ослабление входного аттенюатора 10 дБ, уровень 0 дБ относительно опорного уровня минус 10 дБ (1мВт), частоты 10 кГц, 10 МГц, 3,5 ГГц, 7 ГГц, 13,5 ГГц, 26,5 ГГц.
- 2) Ослабление входного аттенюатора 40 дБ, уровень 0 дБ относительно опорного уровня минус 10 дБ (1мВт), частоты 10 кГц, 10 МГц, 3,5 ГГц, 7 ГГц, 13,5 ГГц, 26,5 ГГц.
- 3) Ослабление входного аттенюатора 10 дБ, уровень минус 70 дБ относительно опорного уровня минус 10 дБ (1мВт), частоты 10 кГц, 10 МГц, 3,5 ГГц, 7 ГГц, 13,5 ГГц, 26,5 ГГц.

Результаты испытаний по данной операции считать удовлетворительными, если погрешности измерений уровня в диапазоне от минус 70 дБ до 0 дБ относительно опорного уровня минус 10 дБ (1 мВт), не превышают значений, указанных в таблице 13.

Таблица 13

Диапазон частот	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня в диапазоне от минус 70 дБ до 0 дБ относительно опорного уровня минус 10 дБ (1 мВт), при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ и доверительной вероятности 95%
с выключенным преселектором	
от 9 кГц до 10 МГц включ.	±0,4 дБ
св. 10 МГц до 3,6 ГГц включ.	±0,3 дБ
св. 3,6 до 7 ГГц включ.	±0,4 дБ
св. 7 до 13,6 ГГц включ.	±1,0 дБ
св. 13,6 до 26,5 ГГц	±1,33 дБ
с включенным преселектором	
от 9 кГц до 3,6 ГГц включ.	±0,47 дБ
св. 3,6 до 7 ГГц включ.	±0,59 дБ
св. 7 до 13,6 ГГц включ.	±1,0 дБ
св. 13,6 до 26,5 ГГц	±1,33 дБ

## 8. Оформление результатов поверки

8.1 Результаты измерений, полученные в процессе поверки, заносят в протокол произвольной формы.

8.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке согласно действующим правовым нормативным документам.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

8.3 При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности с указанием причин.

Начальник лаборатории № 441  
ФБУ «Ростест-Москва»

  
А. С. Фефилов

И.о. начальника сектора № 1 лаборатории № 441  
ФБУ «Ростест-Москва»

  
А.С. Каледин