



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

М.п.

«07» апреля 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**АНАЛИЗАТОРЫ СПЕКТРА И СИГНАЛОВ
FSW8, FSW13, FSW26, FSW43, FSW50, FSW67, FSW85**

Методика поверки

РТ-МП-7037-441-2020

г. Москва
2020 г.

1 Общие указания

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок анализаторов спектра и сигналов FSW8, FSW13, FSW26, FSW43, FSW50, FSW67, FSW85 (далее анализаторы).

Интервал между поверками – 1 год.

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

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
Внешний осмотр	7.1	+	+
Идентификация программного обеспечения	7.2	+	+
Опробование	7.3	+	+
Определение метрологических характеристик			
Определение относительной погрешности частоты опорного генератора	7.4	+	+
Определение абсолютной погрешности измерений частоты в режиме частотомера	7.5	+	-
Определение относительной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения полосы пропускания	7.6	+	-
Определение относительной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на частоте 64 МГц	7.7	+	+
Определение неравномерности АЧХ	7.8	+	+
Определение относительной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения ослабления СВЧ аттенюатора	7.9	+	+
Определение относительной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за нелинейности шкалы	7.10	+	+
Определение среднего уровня собственных шумов	7.11	+	+
Определение уровня фазовых шумов на несущей частоте 1 ГГц	7.12	+	+

Продолжение таблицы 1

Наименование операции	Методы поверки (номер пункта)	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
Определения уровня гармонических искажений 2-го порядка	7.13	+	-
Определения уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка	7.14	+	-
Определение уровня подавления каналов приема зеркальных частот и промежуточных частот	7.15	+	-
Определение уровня остаточных сигналов комбинационных частот	7.16	+	-
Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента амплитудной модуляции	7.17	+	+
Определение абсолютной погрешности измерений девиации частоты	7.18	+	+
Определение остаточного среднеквадратическое значение векторной ошибки модуляции для модуляции QPSK и частоты несущей 1 ГГц в зависимости от скорости модуляции	7.19	+	-
Определение КСВН входа в диапазоне частот	7.20	+	-

2.2 На основании письменного заявления владельца СИ допускается проводить периодическую поверку анализаторов спектра и сигналов FSW8, FSW13, FSW26, FSW43, FSW50, FSW67, FSW85 для меньшего числа измеряемых величин и на меньшем числе поддиапазонов измерений с соответствующей записью в свидетельстве о поверке:

- в части определения неравномерности АЧХ (операция 7.8), среднего уровня собственных шумов (операция 7.11) в ограниченном диапазоне частот до верхней граничной частоты любой из модификаций анализатора;
- без определения метрологических характеристик опций K7, B1200, B2001, B800R (операции 7.8 в части АЧХ полосы анализа, 7.17, 7.18).

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

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки анализаторов 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	Стандарт частоты	сигнал частотой 10 МГц	$\pm 5 \cdot 10^{-10}$ за 1 год	Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG
7.4	Частотомер универсальный	сигнал частотой 10 МГц	$\pm 5 \cdot 10^{-10}$ с внешней опорной частотой за 1 год	Частотомер универсальный CNT-90
7.7, 7.8	Измеритель мощности	от 0 до 67 ГГц от $3 \cdot 10^{-4}$ до 10^2 мВт	$\pm(0,9...6,6) \%$	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP67T
7.9, 7.10	Аттенюатор ступенчатый	диапазон частот от 0 Гц до 40 ГГц диапазон ослаблений от 0 до 75 дБ	$\pm(0,03...0,06)$ дБ	Аттенюатор ступенчатый R&S RSC
7.4 – 7.10, 7.12 – 7.14, 7.18	Генератор сигналов	от 8 кГц до 67 ГГц $P_{\text{вых}}$ от -50 до +10 дБ (1 мВт) уровень фазовых шумов на частоте 1 ГГц при отстройке 10 кГц не более -147 дБн/Гц	± 1 дБ	Генератор сигналов SMA100B с опциями B167N, B711
7.14, 7.19	Генератор сигналов	от 100 кГц до 40 ГГц $P_{\text{вых}}$ от -50 до +10 дБ (1 мВт) модуляция QPSK	± 1 дБ $\pm 0,7 \%$	Генератор сигналов SMW200A с опциями B140, B13, B10

Продолжение таблицы 2

7.17	Калибратор АМ	0,01 МГц; 0,035 МГц; 0,1 МГц; 0,35 МГц; 1 МГц; 4 МГц; 25 МГц Кам: от 0,01 до 100 % Fмод: от 0,02 до 200 кГц	0-ой разряд по ГОСТ Р 8.717-2010	Установка поверочная для средств измерения коэффициента амплитудной модуляции РЭКАМ-2
7.18	Калибратор ЧМ	0,05 МГц; 0,1 МГц; 0,2 МГц; 0,5 МГц; 1 МГц; 2 МГц; 4 МГц; 5 МГц; 50 МГц Fдев: от 0,1кГц до 1 МГц Fмод: от 0,02 до 200 кГц	0-ой разряд по ГОСТ Р 8.607-2014	Установка поверочная для средств измерения девиации частоты РЭДЧ-2
7.7, 7.8, 7.20	Анализатор цепей	от 10 МГц до 67 ГГц КСВН: от 1,05 до 10	±5 %	Анализатор электрических цепей векторный ZVA67
7.4 – 7.20	Термо- гигрометр	от 0 до 60 °С от 2 до 98 %	±0,3 °С ±3 %	Гигрометр Rotronic, модификация HL-1D

4 Требования безопасности

При проведении поверки анализатора 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 анализатором и применяемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику.

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

Работать с анализатором 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 анализатора на рабочее место, включения, управления и дополнительная информация приведены в руководстве по эксплуатации: «Анализаторы спектра и сигналов FSW8, FSW13, FSW26, FSW43, FSW50, FSW67, FSW85». Руководство по эксплуатации».

Убедиться в выполнении условий проведения поверки.

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

Выдержать анализатор 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 анализатора следующим требованиям:

- наличие маркировки, подтверждающей тип, и заводской номер;
- наружная поверхность не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу прибора и его органов управления;
- разъемы должны быть чистыми;
- комплектность анализатора должна соответствовать указанной в технической документации фирмы-изготовителя.

Результаты выполнения операции считать положительными, если выполняются вышеуказанные требования.

7.2 Идентификация программного обеспечения

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

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

7.3 Опробование

При опробовании проверяется работоспособность анализатора.

Проверить отсутствие сообщений о неисправности на экране анализатора после включения прибора.

На анализаторе установить заводскую конфигурацию прибора, для чего выполнить следующие установки:

- [**PRESET**]

После времени прогрева 30 минут запустить процедуру встроенной автоматической калибровки и самопроверки, нажатием клавиш:

- [**SETUP: Alignment**]

Результаты опробования считать удовлетворительными, если после включения и загрузки программного обеспечения анализатора, а так же после завершения процедуры встроенной автоматической калибровки и самопроверки не возникают сообщения об ошибках; после загрузки заводской конфигурации на экране прибора отображается спектр шумов в полном диапазоне частот анализатора.

7.4 Определение относительной погрешности частоты опорного генератора

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

Выполнить соединение средств измерений СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 1.

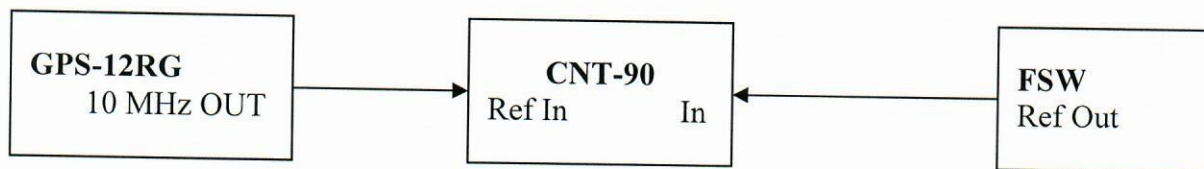


Рисунок 1

Измерить частоту опорного генератора анализатора.

Относительную погрешность частоты вычислить по формуле 1:

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

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

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

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если действительное значение относительной погрешности частоты опорного генератора не превышает $\pm 2 \cdot 10^{-7}$ и $\pm 3 \cdot 10^{-8}$ для опции В4.

7.5 Определение абсолютной погрешности измерений частоты в режиме частотомера

Определение абсолютной погрешности измерений частоты в режиме частотомера проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B. Так как источник опорной частоты - внутренний кварцевый генератор анализатора - является общим для генератора сигналов и анализатора, погрешность измерений частоты не зависит от погрешности опорного генератора и равна разрешению частотомера.

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

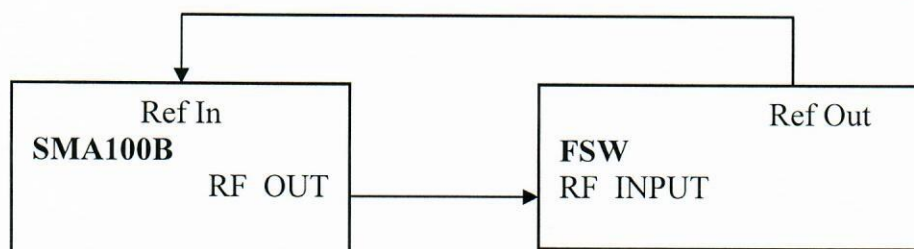


Рисунок 2

Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов минус 13 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала 1 ГГц.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [**PRESET**]

Анализаторы спектра и сигналов FSW8, FSW13, FSW26, FSW43, FSW50, FSW67, FSW85
Методика поверки РТ-МП-7037-441-2020

лист 7
листов 29

- [**SETUP**: Reference: Int]
- [**AMPT**: RF ATTEN MANUAL: 10 dB]
- [**AMPT**: Ref Levell: -3 dBm]
- [**SPAN** : 1 MHz]
- [**BW** : Res BW Manual : 100 kHz]
- [**BW** : Video BW Manual : 10 kHz]
- [**FREQ** : CENTER 1 GHz]
- [**MARKER->** : Peak]
- [**MARKER Function**: Select Marker Function: Signal Count: On]
- [**MARKER Function**: Signal Count Resolution: 0,001 Hz]

Измерить значение частоты сигнала с выхода генератора сигналов.

Определить погрешность измерений частоты в режиме измерений частоты входного синусоидального сигнала как разницу между значением частоты сигнала, поданной с генератора сигналов, и значением частоты, измеренной анализатором.

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если действительное значение абсолютной погрешности измерений частоты в режиме частотомера не превышает установленного разрешения частотомера $\pm 0,001$ Гц.

7.6 Определение относительной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения полосы пропускания

Определение относительной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения полосы пропускания проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B.

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

Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов минус 20 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала 64 МГц.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [**PRESET**]
- [**FREQ** : CENTER 64 MHz]
- [**AMPT**: Ref Levell: -20 dBm]
- [**AMPT**: RF ATTEN MANUAL: 10 dB]
- [**BW** : Res BW Manual : 10 kHz]
- [**SPAN** : 30 kHz]
- [**TRACE** : Trace1 : DETECTOR: **RMS**]
- [**SWEEP** : Time: 10 ms]

Установить маркер анализатора на максимум сигнала:

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

Установить опорное значение дельта маркера на максимум сигнала:

MARKER Function: Select Marker Function : *REFERENCE FIXED*

Поочерёдно устанавливать значения полос пропускания RBW от 1 Гц до 10 МГц (20 МГц, 40 МГц для опции В8Е и 20 МГц, 40 МГц, 50 МГц, 80 МГц для опции В8) с шагом 1-2-3-5.

Для каждой полосы пропускания устанавливать значение полосы обзора = $3 \times \text{RBW}$.

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

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

Считать показание маркера D2(1) dB в верхнем правом углу ЖКИ анализатора.

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если действительные значения относительной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения полосы пропускания не превышают $\pm 0,1$ дБ.

7.7 Определение относительной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на частоте 64 МГц

Определение относительной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на частоте 64 МГц проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B и ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP67T.

Перед измерениями определить коэффициенты передачи резистивного сплиттера. Откалибровать анализатор электрических цепей векторный ZVA67. Подключить резистивный сплиттер к плоскостям калибровки ZVA67 по схеме, приведённой на рисунке 3.

Измерить на анализаторе цепей коэффициенты передачи S_{21} и S_{31} на частоте 64 МГц. Используя функцию MATH, вычислить трассу (S_{21}/S_{31}). Полученную трассу сохранить в виде .s2p файла и с помощью ПО «PowerViewer» загрузить в ваттметр NRP.

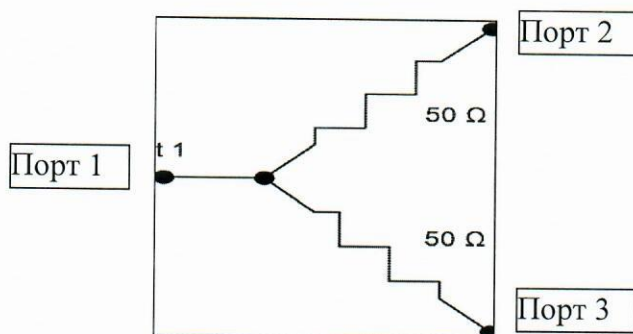


Рисунок 3

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [PRESET]
- [FREQ : CENTER 64 MHz]
- [AMPT : Ref Levell: -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]

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



Рисунок 4

Установить на ваттметре число усреднений 16. Перед каждым измерением, на ваттметре проводить процедуру автоматической установки нуля.

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

Зафиксировать результат измерения уровня по показанию маркера анализатора спектра L и значение уровня мощности, измеренное ваттметром $L_{\text{powermeter}}$, предварительно активировав на ваттметре режим «S-parametercorrection».

Вычислить погрешность измерений по формуле 2:

$$\Delta_{64\text{МГц}} = L - L_{\text{Power}} \quad (2)$$

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если действительное значение относительной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на частоте 64 МГц не превышает ±0,2 дБ; для опции B25 при включённом электронном СВЧ аттенуаторе ±0,4 дБ.

7.8 Определение неравномерности АЧХ

Определения неравномерности АЧХ проводят методом прямых измерений по схеме соединений СИ, приведённой на рисунке 4.

Перед измерениями определить коэффициенты передачи резистивного сплиттера на указанных ниже частотах **Физм** в диапазоне частот поверяемого анализатора. Откалибровать анализатор электрических цепей векторный ZVA67. Подключить резистивный сплиттер к плоскостям калибровки ZVA67 по схеме приведённой на рисунке 3.

Измерить на анализаторе цепей коэффициенты передачи S21 и S31 в диапазоне частот. Используя функцию MATH, вычислить трассу (S21/S31). Полученную трассу сохранить в виде .s2p файла и с помощью ПО «PowerViewer» загрузить в ваттметр NRP.

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

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [PRESET]
- [FREQ : CENTER = Физм]
- [AMPT : Ref Levell: -10 dBm]
- [AMPT : RF ATTEN MANUAL: 10 dB]
- [BW : Res BW Manual : 10 kHz]
- [SPAN : 30 kHz]
- [TRACE : ДЕТЕКТОР: RMS]
- [Sweeptime : AUTO]

При установке **Физм** менее 1 МГц установить полосу пропускания $BW = 0,1 \cdot \text{Физм}$, полосу обзора $SPAN = 3 \cdot BW$.

Для частот ниже 10 МГц на анализаторе включить режим открытого входа:

- [AMPT : Amplitude Congig: Input Coupling DC]

Установить частоту сигнала на выходе генератора **Физм**, (для получения частоты от 2 Гц до 8 кГц использовать выход источника модулирующих колебаний генератора) выходной уровень генератора такой, чтобы мощность, измеряемая ваттметром, была равна минус (10±0,1) дБ (1 мВт).

Измерения провести на частотах **Физм** = 2 Гц; 20 Гц; 100 Гц; 1 кГц; 8 кГц; 9 кГц; 100 кГц; 1МГц, 9 МГц; 10 МГц; 50МГц; 100 МГц; 200 МГц; 500 МГц. Далее устанавливать частоту с шагом 500 МГц до 8 ГГц; с шагом 1 ГГц от 8 ГГц до 67 ГГц в

соответствии с диапазоном частот поверяемого анализатора. Так же провести измерения на крайней верхней частоте поверяемого анализатора, если она не попадает в указанный выше ряд частот.

Для каждой установленной частоты снять показания ваттметра L_{Power} , предварительно активировав на ваттметре режим «S-parameter correction».

Для каждой установленной частоты установить маркер анализатора на максимум сигнала:

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

Считать показание маркера L в верхнем правом углу ЖКИ анализатора и вычислить неравномерность амплитудно-частотной характеристики анализатора по формуле 3:

$$\Delta_{АЧХ} = L - L_{Power} - \Delta_{64МГц}, \text{ дБ} \quad (3)$$

где: $\Delta_{64МГц}$ – действительное значение относительной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала минус 10 дБ (1 мВт) на частоте 64 МГц, определённая по пункту 7.7

При наличии опций B24 повторить все измерения с включенным предусилителем 30 дБ для уровня мощности входного сигнала минус 20 дБ (1 мВт) относительно частоты 64 МГц,:

АМРТ : PREAMP 30

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если действительные значения неравномерности АЧХ не превышают значений указанных в таблице 3.

Таблица 3

Диапазон частот f	Допустимые значения неравномерность АЧХ	
	Предусилитель: выкл.	Предусилитель: вкл.
от 2 Гц до 9 кГц включ.	±1,0	-
св. 9 кГц до 10 МГц включ.	±0,45	-
св. 10 МГц до 3,6 ГГц включ.	±0,3 (±0,5 для FSW85)	±0,6
св. 3,6 до 8 ГГц включ.	±0,5	±0,8
св. 8 до 22 ГГц включ.	±1,5	±2,0
св. 22 до 26,5 ГГц включ.	±2,0	±2,5
св. 26,5 до 50 ГГц включ.	±2,5	±3,0
св. 50 до 67 ГГц включ.	±3,0	±3,5

При наличии в поверяемом анализаторе спектра опций B1200, B2001, B800R определение неравномерности АЧХ в полосе анализа соответствующей установленной опции, переведя анализатор спектра в режим параллельного анализа. Установить полосу анализа 1200 МГц для опции B1200, и полосу анализа 2000 МГц для опций B2001, B800R.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [**PRESET**]

- [**FREQ : CENTER = Fизм**]

- [**АМРТ: Ref Levell: 0 dBm**]

- [**AMPT**: RF ATTEN MANUAL: 10 dB]
- [**MODE**: I/Q ANALYZAR]
- [**DISPLAY CONFIG** : SPEKTRUM]
- [**SWEP**: POINTS: 100001]
- [**RECORD LENGTH** : 40960]

Для опции B1200:

- [**DATA ACQUISITION**: SAMPLE RATE: 1500 MHz]

Для опции B2001 и B800R:

- [**DATA ACQUISITION**: SAMPLE RATE: 2500 MHz]

Перед измерениями определить коэффициенты передачи резистивного сплиттера на частотах **Физм** = 3 ГГц; 12 ГГц; 30 ГГц; 46 ГГц; 54 ГГц в диапазоне частот поверяемого анализатора и частотах соответствующих шагу 50 МГц в полосах анализа 1200 МГц или 2000 МГц в зависимости от установленной опции.

На генераторе и на анализаторе сигналов установить частоту **Физм**, на генераторе – уровень минус (10±0,1) дБ (1 мВт). Зафиксировать результат измерения уровня по показанию маркера анализатора спектра L и значение уровня мощности, измеренное ваттметром $L_{\text{powermeter}}$ предварительно активировав на ваттметре режим «S-parametercorrection».

Вычислить погрешность измерений по формуле 4:

$$\Delta_{\text{Физм}} = L - L_{\text{Power}} \quad (4)$$

Изменять частоту сигнала генератора относительно **Физм** в диапазоне ±600 МГц для опции B1200, и ±1000 МГц для опций B2001, B800R с шагом 50 МГц.

Для каждой установленной частоты снять показания ваттметра L_{Power} , предварительно активировав на ваттметре режим «S-parametercorrection».

Для каждой установленной частоты установить маркер анализатора на максимум сигнала:

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

Считать показание маркера L в верхнем правом углу ЖКИ анализатора и вычислить неравномерность амплитудно-частотной характеристики анализатора по формуле 5:

$$\Delta_{\text{АЧХ}} = L - L_{\text{Power}}, \text{ дБ} - \Delta_{\text{Физм}} \quad (5)$$

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если действительные значения неравномерности АЧХ в режиме реального времени не превышают значений указанных в таблице 4.

Таблица 4

Опции анализа сигналов B1200, B2001, B800R		
Неравномерность АЧХ в полосе анализа 1200 МГц опции B1200 в диапазоне частот, дБ, не более	от 650 МГц до 8 ГГц включ.	±1,0
	св. 8 ГГц до 22 ГГц включ.	±1,2
	св. 22 ГГц до 26,5 ГГц включ.	±1,4
	св. 26,5 ГГц до 42,9 ГГц включ.	±1,6
	св. 42,9 ГГц до 50 ГГц включ.	±1,7
	св. 50 ГГц до 67 ГГц включ.	±2,0
Неравномерность АЧХ в полосе анализа 2000 МГц опции B2001/B800R в диапазоне частот, дБ, не более	от 1,5 ГГц до 4 ГГц включ.	±1,0
	св. 4 ГГц до 42,5 ГГц включ.	±2,0
	св. 42,5 ГГц до 66,5 ГГц включ.	±2,5

7.9 Определение относительной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения СВЧ аттенюатора

Определение относительной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения СВЧ аттенюатора проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B и аттенюатора ступенчатого R&S RSC. Измерения проводят путём сравнения показаний дельта маркера анализатора спектра при установке значений входного аттенюатора в диапазоне от 0 до 70 дБ со значениями разностного ослабления эталонного ступенчатого аттенюатора. При этом устанавливается постоянный уровень сигнала на первом смесителе анализатора.

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

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [**PRESET**]
- [**FREQ : CENTER 64 MHz**]
- [**AMPT: Ref Levell: -10 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 установки на эталонном аттенюаторе:

Номинальное значение ослабления 70 дБ.

Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов 0 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала 64 МГц.

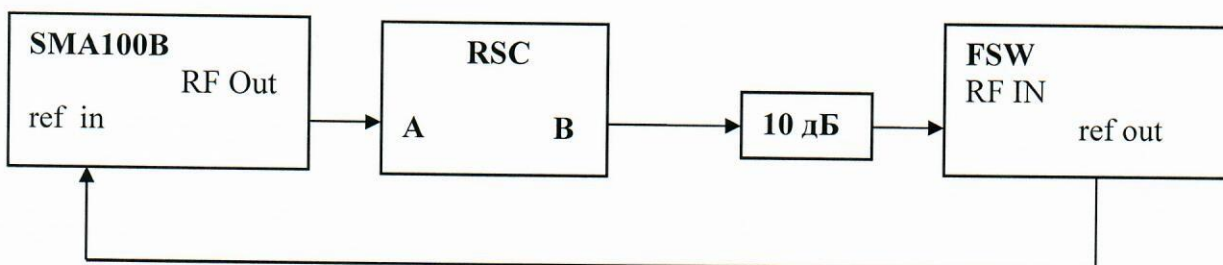


Рисунок 5

Установить маркер анализатора на максимум сигнала:

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

Установить опорное значение дельта маркера на максимум сигнала:

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

Установить на эталонном аттенюаторе номинальное значение ослабления в соответствии с таблицей 5.

Установить ослабление входного аттенюатора анализатора в соответствии с таблицей 3:

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

Установить опорный уровень анализатора в соответствии с таблицей 5:

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

Установить маркер на максимум сигнала:

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

Считать показание маркера D2(1) dB в верхнем правом углу ЖКИ.

Для каждого из значений ослабления входного аттенюатора анализатора вычислить погрешность измерений уровня из-за переключения ослабления входного аттенюатора по формуле 6:

$$\Delta_{\text{атт}} = D2(1) + (A_{\text{д}} - A_{\text{д } 70 \text{ дБ}}), \quad (6)$$

где $A_{\text{д}}$ – действительные значения ослабления аттенюатора RSC на частоте 64 МГц (в соответствии с результатами поверки аттенюатора),

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

Таблица 5

Установки анализатора	Ослабление аттенюатора		Отсчет маркера $\Delta_{\text{м}}$, дБ	Погрешность $\Delta_{\text{атт}}$, дБ
	Номинальное значение $A_{\text{н}}$, дБ	Действительное значение $A_{\text{д}}$, дБ		
Ослабление входного аттенюатора A_{FSW} , дБ				
0	70			
10	60		0	0
20	50			
30	40			
40	30			
50	20			
60	10			
70	0			

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если действительные значения относительной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения ослабления входного аттенюатора не превышают $\pm 0,2$ дБ.

7.10 Определение относительной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за нелинейности шкалы

Определение относительной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за нелинейности шкалы проводят методом прямых измерений, путём сравнения показаний дельта маркера анализатора спектра со значениями разностного ослабления эталонного ступенчатого аттенюатора R&S RSC. Измерения проводят при фиксированных значениях опорного уровня и ослабления входного аттенюатора анализатора для шкалы в диапазоне от 0 до минус 70 дБ относительно опорного уровня.

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

Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов 0 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала 64 МГц.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [PRESET]
- [FREQ : CENTER 64 MHz]
- [AMPT : Ref Levell: 0 dBm]
- [AMPT : RF ATTEN MANUAL: 10 dB]
- [BW : Res BW Manual : 30 Hz]
- [BW : Video BW Manual : 30 Hz]
- [SPAN : 500 Hz]
- [TRACE : Trace 1 : DETECTOR: Average]

- [**SWEEP** : SWEEP TIME MANUAL : 200 ms]
Выполнить установки на эталонном аттенюаторе:
Номинальное значение ослабления 0 дБ

Установить маркер анализатора на максимум сигнала:
- [**MARKER->** : Peak]
Установить опорное значение дельта маркера на максимум сигнала:
- [**MARKER Function**: Select Marker Function : Reference Fixed]
Установить на эталонном аттенюаторе номинальное значение ослабления от 0 до 70 дБ с шагом 10 дБ.

Считать показание маркера D2(1) dB в верхнем правом углу ЖКИ анализатора.
Для каждого из значений уровня входного сигнала в диапазоне от 0 до минус 70 дБ вычислить погрешность измерений уровня из-за нелинейности шкалы по формуле 7:

$$\Delta_{ш} = D2(1) + A_{д}, \quad (7)$$

где $A_{д}$ – действительное значение ослабления аттенюаторов на частоте 64 МГц (в соответствии с результатами поверки аттенюатора),

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если действительные значения относительной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за нелинейности шкалы не превышают $\pm 0,1$ дБ.

7.11 Определение среднего уровня собственных шумов

Определение среднего уровня собственных шумов (СУСШ) анализатора проводят методом прямых измерений, путём измерения уровня с усреднением показаний отсчетных устройств анализатора при отсутствии входного сигнала.

К входу анализатора RF IN подключить нагрузку 50 Ом.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [**PRESET**]
- [**FREQ** : CENTER 3 MHz]
- [**AMPT**: Ref Levell: -60 dBm]
- [**AMPT**: RF ATTEN MANUAL: 0 dB]
- [**BW** : Res BW Manual : 100 kHz]
- [**BW** : Video BW Manual : 100 Hz]
- [**SPAN** : 0 Hz]
- [**TRACE** : Trace 1 : DETECTOR: Sample]
- [**SWEEP** : SWEEP TIME MANUAL : 200 ms]

Установить центральную частоту Физм на анализаторе в соответствии с началом, серединой и концом диапазонов частот, указанных в таблице 5 в соответствии с диапазоном частот поверяемого анализатора.

- [**FREQ** : CENTER: {Физм}]

При установке Физм менее 1 МГц установить полосу пропускания $BW = 0,1 \cdot \text{Физм}$.

Для частот ниже 10 МГц на анализаторе включить режим открытого входа:

- [**AMPT**: Amplitude Congig: Input Coupling DC]

Включить режим измерения шума и для каждой установленной частоты установить маркер анализатора спектра на максимум сигнала:

- [**MARKER Function** : Select Marker Functions: Noise Meas: ON]

Считать показание среднего уровня собственных шумов Noise в нижнем правом углу ЖКИ анализатора.

В случае наличия собственных дискретных спектральных составляющих анализатора на указанных частотах, производить отстройку от них.

При наличии в анализаторе спектра опции предварительного усилителя В24 провести измерения в двух режимах:

- предварительный усилитель выключен
АМРТ : *PREAMP OFF*
- предварительный усилитель включен
АМРТ : *PREAMP 30*

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если средний уровень собственных шумов не превышает значений, указанных в таблицах 6.1...6.7.

Таблица 6.1 - Средний уровень собственных шумов для анализатора спектра **FSW8**, 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
от 2 Гц до 100 Гц включ.	- 110	-
от 100 Гц до 1 кГц включ.	- 120	-
от 1 кГц до 9 кГц включ.	- 135	-
от 9 кГц до 1 МГц включ.	- 145	-
св. 1 МГц до 50 МГц включ.	- 150	-
св. 50 МГц до 150 МГц включ.	- 150	- 163
св. 150 МГц до 1 ГГц включ.	- 150	- 163
св. 1 ГГц до 8 ГГц включ.	- 152	- 163

*Примечание - при наличии опции В25 приведенные значения на 1 дБ больше

Таблица 6.2 - Средний уровень собственных шумов для анализатора спектра **FSW13**, **FSW26** приведенный к полосе пропускания 1 Гц, в диапазоне частот, в зависимости от состояния предусилителя, дБ (1 мВт), не более

Диапазон частот	Предусилителя нет	Предусилитель выключен	Предусилитель включен
от 2 Гц до 100 Гц включ.	- 110	- 110	-
от 100 Гц до 1 кГц включ.	- 120	- 120	-
от 1 кГц до 9 кГц включ.	- 135	- 135	-
от 9 кГц до 1 МГц включ.	- 145	- 145	-
св. 1 МГц до 50 МГц включ.	- 149	- 149	-
св. 50 МГц до 150 МГц включ.	- 149	- 149	- 163
св. 150 МГц до 1 ГГц включ.	- 149	- 149	- 166
св. 1 ГГц до 8 ГГц включ.	- 151	- 151	- 166
св. 8 ГГц до 13,6 ГГц включ.	- 150	- 149	- 164
св. 13,6 ГГц до 18 ГГц включ.	- 149	- 148	- 162
св. 18 ГГц до 22 ГГц	- 147	- 145	- 162
св. 22 ГГц до 25 ГГц	- 147	- 145	- 157
св. 25 ГГц до 26,5 ГГц	- 143	- 141	- 157

*Примечание - при наличии опции В25 приведенные значения на 2 дБ больше

Таблица 6.3 - Средний уровень собственных шумов для анализатора спектра **FSW43** приведенный к полосе пропускания 1 Гц, в диапазоне частот, в зависимости от состояния предусилителя, дБ (1 мВт), не более

Диапазон частот	Предусилителя нет	Предусилитель выключен	Предусилитель включен
от 2 Гц до 100 Гц включ.	- 110	- 110	-
от 100 Гц до 1 кГц включ.	- 120	- 120	-
от 1 кГц до 9 кГц включ.	- 135	- 135	-
от 9 кГц до 100 кГц включ.	- 145	- 145	-
от 100 кГц до 1 МГц включ.	- 145	- 145	- 160
св. 1 МГц до 1 ГГц включ.	- 149	- 149	- 165
св. 1 ГГц до 3 ГГц включ.	- 151	- 150	- 165
св. 3 ГГц до 8 ГГц включ.	- 151	- 150	- 162
св. 13,6 ГГц до 18 ГГц включ.	- 149	- 147	- 162
св. 18 ГГц до 25 ГГц включ.	- 147	- 145	- 161
св. 25 ГГц до 26,5 ГГц включ.	- 143	- 140	- 161
св. 26,5 ГГц до 34 ГГц включ.	- 143	- 140	- 160
св. 34 ГГц до 40 ГГц включ.	- 140	- 137	- 160
св. 40 ГГц до 43,5 ГГц включ.	- 138	- 135	- 157

*Примечание - при наличии опций B1200/B2001/B800R приведенные значения на 1 дБ больше

Таблица 6.4 - Средний уровень собственных шумов для анализатора спектра **FSW50** приведенный к полосе пропускания 1 Гц, в диапазоне частот, в зависимости от состояния предусилителя, дБ (1 мВт), не более

Диапазон частот	Предусилителя нет	Предусилитель выключен	Предусилитель вкл. опции B24.49/B24.51
от 2 Гц до 100 Гц включ.	- 110	- 110	-
от 100 Гц до 1 кГц включ.	- 120	- 120	-
от 1 кГц до 9 кГц включ.	- 135	- 135	-
от 9 кГц до 100 кГц включ.	- 145	- 145	-
от 100 кГц до 1 МГц включ.	- 145	- 145	- 160
св. 1 МГц до 1 ГГц включ.	- 149	- 149	- 165
св. 1 ГГц до 3 ГГц включ.	- 151	- 150	- 165
св. 3 ГГц до 8 ГГц включ.	- 151	- 150	- 162
св. 8 ГГц до 13,6 ГГц включ.	- 150	- 148	- 162
св. 13,6 ГГц до 18 ГГц включ.	- 149	- 147	- 162
св. 18 ГГц до 25 ГГц включ.	- 147	- 145	- 161
св. 25 ГГц до 26,5 ГГц включ.	- 143	- 140	- 161
св. 26,5 ГГц до 34 ГГц включ.	- 143	- 140	- 160
св. 34 ГГц до 40 ГГц включ.	- 140	- 137	- 160
св. 40 ГГц до 43,5 ГГц включ.	- 138	- 135	- 157
св. 43,5 ГГц до 47 ГГц включ.	- 136	- 133	- 149/-155
св. 47 ГГц до 49 ГГц включ.	- 134	- 131	- 149/-153
св. 49 ГГц до 50 ГГц включ.	- 132	- 129	- 149/-153

*Примечание - при наличии опций B1200/B2001/B800R приведенные значения на 1 дБ больше

Таблица 6.5 - Средний уровень собственных шумов для анализатора спектра **FSW67** приведенный к полосе пропускания 1 Гц, в диапазоне частот, в зависимости от состояния предусилителя, дБ (1 мВт), не более

Диапазон частот	Предусилителя нет	Предусилитель выключен	Предусилитель вкл. опции B24.66/B24.67
от 2 Гц до 100 Гц включ.	- 110	- 110	-
от 100 Гц до 1 кГц включ.	- 120	- 120	-
от 1 кГц до 9 кГц включ.	- 135	- 135	-
от 9 кГц до 100 кГц включ.	- 145	- 145	-
от 100 кГц до 1 МГц включ.	- 145	- 145	- 160
св. 1 МГц до 1 ГГц включ.	- 149	- 149	- 165
св. 1 ГГц до 3 ГГц включ.	- 151	- 150	- 165
св. 3 ГГц до 8 ГГц включ.	- 151	- 150	- 162
св. 8 ГГц до 13,6 ГГц включ.	- 146	- 144	- 161
св. 13,6 ГГц до 18 ГГц включ.	- 144	- 142	- 161
св. 18 ГГц до 23 ГГц включ.	- 141	- 139	- 160
св. 23 ГГц до 26,5 ГГц включ.	- 137	- 135	- 160
св. 26,5 ГГц до 30 ГГц включ.	- 137	- 135	см.табл.6.6
св. 30 ГГц до 34 ГГц включ.	- 135	- 132	
св. 34 ГГц до 43,5 ГГц включ.	- 131	- 128	
св. 43,5 ГГц до 47 ГГц включ.	- 127	- 124	
св. 47 ГГц до 49 ГГц включ.	- 124	- 121	
св. 49 ГГц до 50 ГГц включ.	- 122	- 119	
св. 50 ГГц до 55 ГГц включ.	- 141	- 138	
св. 55 ГГц до 62 ГГц включ.	- 137	- 134	
св. 62 ГГц до 67 ГГц включ.	- 133	- 130	

*Примечание - при наличии опций B1200/B2001/B800R приведенные значения на 1 дБ больше

Таблица 6.6 - Средний уровень собственных шумов для анализатора спектра **FSW67** приведенный к полосе пропускания 1 Гц, в диапазоне частот свыше 26,5 ГГц с включенным предусилителем, дБ (1 мВт), не более

Диапазон частот	опция B24.66	опция B24.67
св. 26,5 ГГц до 35 ГГц включ.	- 159	- 159
св. 35 ГГц до 42 ГГц включ.	- 157	- 157
св. 42 ГГц до 43 ГГц включ.	- 150	- 150
св. 43 ГГц до 47 ГГц включ.	- 146	- 150
св. 47 ГГц до 50 ГГц включ.	- 144	- 146
св. 50 ГГц до 52 ГГц включ.	- 148	- 154
св. 52 ГГц до 54 ГГц включ.	- 148	- 152
св. 54 ГГц до 56 ГГц включ.	- 146	- 150
св. 56 ГГц до 62 ГГц включ.	- 144	- 150
св. 62 ГГц до 65 ГГц включ.	- 142	- 147
св. 65 ГГц до 67 ГГц включ.	- 140	- 147

Таблица 6.7 - Средний уровень собственных шумов для анализатора спектра **FSW85** приведенный к полосе пропускания 1 Гц, в диапазоне частот, по входу 2, дБ (1 мВт), не более

Диапазон частот	
от 2 Гц до 100 Гц включ.	- 105
от 100 Гц до 1 кГц включ.	- 110
от 1 кГц до 9 кГц включ.	- 125
от 9 кГц до 1 МГц включ.	- 135
св. 1 МГц до 1 ГГц включ.	- 145
св. 1 ГГц до 3 ГГц включ.	- 151
св. 3 ГГц до 8 ГГц включ.	- 151
св. 8 ГГц до 13,6 ГГц включ.	- 146
св. 13,6 ГГц до 18 ГГц включ.	- 144
св. 18 ГГц до 23 ГГц включ.	- 141
св. 23 ГГц до 30 ГГц включ.	- 137
св. 30 ГГц до 34 ГГц включ.	- 135
св. 34 ГГц до 44 ГГц включ.	- 129
св. 44 ГГц до 58 ГГц включ.	- 136
св. 58 ГГц до 67 ГГц включ.	- 131

*Примечание - при наличии опций B1200/B2001/B800R приведенные значения на 1 дБ больше

7.12 Определение уровня фазовых шумов

Определение уровня фазовых шумов (ФШ) проводят методом прямых измерений при подаче на вход анализатора синусоидального сигнала по схеме, представленной на рис. 2.

Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов 0 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала 1000 МГц.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [**PRESET**]
- [**FREQ : CENTER 1000 MHz**]
- [**AMPT: Ref Levell: 0 dBm**]
- [**AMPT: RF ATTEN MANUAL: 0 dB**]
- [**TRACE : Trace1 : DETECTOR: RMS**]
- [**SWEEP : SWEEP TIME MANUAL : 200 ms**]

Установить полосу обзора анализатора в соответствии с таблицей 7

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

Установить полосу пропускания RBW анализатора 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:

MARKER Function : Select Marker Functions: PHASE NOISE

Таблица 7

Отстройка от несущей offset	Полоса обзора span	Полоса пропускания RBW	Действительные значения уровня ФШ, Delta 2 [T1 PHN], дБн/Гц	допустимый уровень ФШ, штатно не более дБн/Гц	допустимый уровень ФШ, опция B61H не более дБн/Гц
10 Гц	40 Гц	1 Гц		-80	-80
10 Гц (опция B4)	40 Гц	1 Гц		-90	-95
100 Гц	0,4 кГц	10 Гц		-100	-109
1 кГц	4 кГц	100 Гц		-125	-127
10 кГц	40 кГц	1 кГц		-134	-136
100 кГц	400 кГц	1 кГц		-136	-139
1 МГц	4 МГц	100 кГц		-145	-145

Установить маркер для измерения фазовых шумов на величину отстройки offset
МКР : *MARKER 2* : {offset}

Считать показание уровня фазовых шумов Ph Noise в нижнем правом углу ЖКИ анализатора.

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

7.13 Определение уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями 2-го порядка

Определение уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями 2-го порядка проводят методом прямых измерений при подаче на вход анализатора синусоидального сигнала через фильтр нижних частот по схеме, представленной на рис. 6.

Подключить фильтр соответствующего диапазона.

На генераторе установить сигнал с параметрами:

частота – **Физм**;

уровень – минус 5дБмВт.

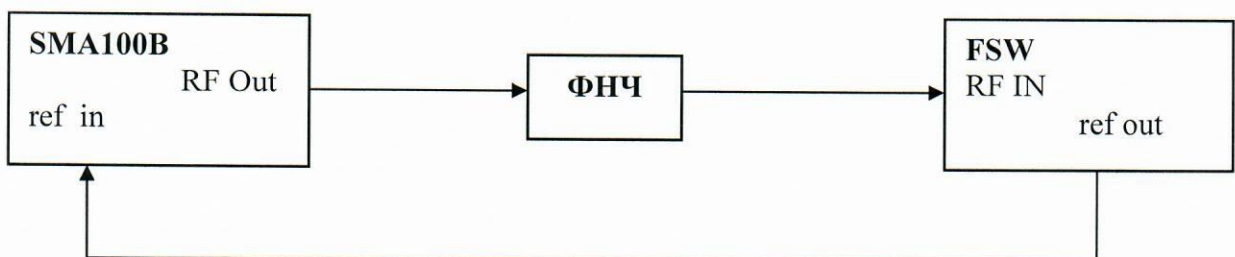


Рисунок 6

Настройки анализатора:

- [PRESET]
- [AMPT : RF ATTEN MANUAL : 0 dB]
- [AMPT : -5dBm]
- [SPAN : 10 kHz]
- [BW : RES BW MANUAL : 30 Hz]
- [BW : VIDEO BW MANUAL : 10 Hz]

- [**FREQ : CENTER : Физм**].

где **Физм** = 9; 21; 106; 274; 449,9; 699,9; 999,9; 1499,9; 1749,9; 2699,9; 3449,9 МГц

Для частот ниже 10 МГц на анализаторе включить режим открытого входа:

- [**AMPT: Amplitude Congig: Input Coupling DC**]

Установить маркер на пик сигнала:

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

По маркеру определить уровень сигнала L_{in} . Регулируя уровень генератора установить показания маркера на значение -5 dBm.

Установить центральную частоту на 2-ую гармонику:

- [**FREQ : CENTER : {2× f_{in} }**].

Установить маркер на пик 2-ой гармоники:

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

По маркеру определить уровень сигнала L_{K2} .

Уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями 2-го порядка, определить по формуле 8:

$$L = L_{in} - L_{K2}. \quad (8)$$

Результаты поверки по данной операции считать удовлетворительными, если уровень помех обусловленных гармоническими искажениями 2-го порядка, не превышает значений, 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, при выключенном предусилителе и включенном преселекторе, не менее, дБ относительно 1 мВт	Диапазон частот	FSW8, FSW13, FSW26	FSW43, FSW50, FSW67, FSW85
	от 1 МГц до 350 МГц включ.	50	45
	св. 350 до 500 МГц включ.	70	45
	св. 0,5 до 1,5 ГГц	47	47
	св. 1,5 до 4 ГГц	62	62

7.14 Определения уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка

Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка (ИИ) проводят методом прямых измерений, путем подачи на вход анализатора двух гармонических сигналов уровнем $L_{смес} = \text{минус } 20 \text{ дБ (1 мВт)}$ 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. 7.

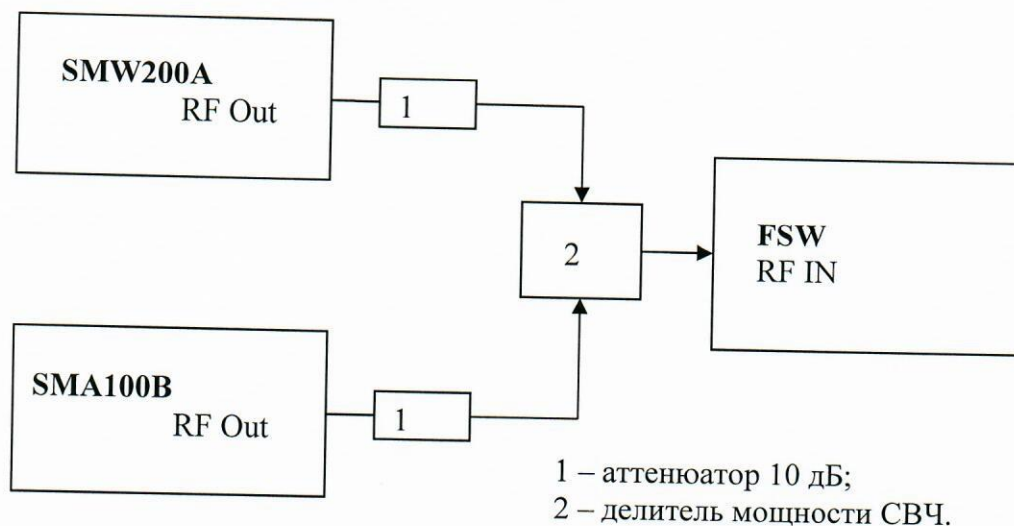


Рисунок 7

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [**PRESET**]
- [**AMPT**: Ref Levell: -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 генератора SMW200A минус 3 дБ (1 мВт), частоту $f_1 = f_{\text{изм}} - 500$ кГц

Установить выходной уровень сигнала генератора SMA100B минус 3 дБ (1 мВт), частоту $f_2 = f_{\text{изм}} + 500$ кГц

Включить мощность генератора SMW200A. Органами регулировки генератора установить уровень на входе анализатора минус 13 дБ (1 мВт). Выключить мощность генератора SMW200A, включить мощность генератора SMA100B и его уровень установить аналогичным образом.

Включить выходную мощность генератора SMW200A.

При помощи соответствующей функции анализатора спектра определить точку пересечения 3-го порядка TOI

- [**MEAS** : Third Order Intercept]

Измерения проводить на частотах 11 МГц; 500 МГц; 2,99 ГГц; 7,49 ГГц; 8,49 ГГц; 10,99 ГГц; 12,99 ГГц; 15,49 ГГц; 17,99 ГГц; 23,99 ГГц; 29,9 ГГц; 39,9 ГГц в соответствии с диапазоном частот поверяемого анализатора.

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, выраженный в виде точки пересечения 3 порядка $\text{TOI} = (2 \cdot L_{\text{смес.}} - L_{\text{имз}})/2$, не менее значений, указанных в таблице 9.1 и 9.2.

Таблица 9.1

Относительный уровень интермодуляционных искажений 3-го порядка $L_{ИМЗ}$, выраженный в виде точки пересечения 3-го порядка (TOI)*, в диапазоне частот при выключенном предусилителе и включенном преселекторе, дБ (1 мВт), не менее	Диапазон частот	TOI	
		Все модели, кроме FSW85	FSW85
	от 10 МГц до 0,1 ГГц включ.	25	-
	св. 0,1 до 1 ГГц включ.	25	22
	св. 1 до 3 ГГц включ.	20	20
	св. 3 до 8 ГГц включ.	17	17
	св. 8 ГГц	см.табл.7.2	

*TOI = $(2 \cdot L_{смес.} - L_{ИМЗ})/2$, где: $L_{смес.}$ – уровень входного сигнала смесителя, дБ (1 мВт)

Таблица 9.2

Диапазон частот	FSW13, FSW26	FSW43, FSW50, FSW67, FSW85
св. 8 ГГц до 10 ГГц включ.	14	8
св. 10 ГГц до 12 ГГц включ.	16	8
св. 12 ГГц до 13,6 ГГц включ.	18	8
св. 13,6 ГГц до 17 ГГц включ.	18	10
св. 17 ГГц до 19 ГГц включ.	16	10
св. 19 ГГц до 26,5 ГГц включ.	18	10
св. 26,5 ГГц до 40 ГГц включ.	-	10

7.15 Определение подавления каналов приема зеркальных частот и промежуточных частот

Определение уровня подавления каналов приема зеркальных частот и промежуточных частот проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B.

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

Установить выходной уровень сигнала генератора сигналов 0 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала из таблицы 10 в соответствии с диапазоном частот поверяемого анализатора.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [**PRESET**]
- [**FREQ** : CENTER из таблицы 10]
- [**AMPT** : Ref Levell: -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 анализатора на максимум сигнала:

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

Провести измерения для остальных частот, указанных в таблице 10, в соответствии с диапазоном частот поверяемого анализатора.

Таблица 10

Частота, установленная на генераторе, МГц	Частота, установленная на анализаторе Физм, МГц
Физм +2·1317	1000; 9000
Физм +2·37	63; 100; 900; 1100; 7990
37	100; 200; 500; 900; 1100; 7990; 9000; 12000; 25000; 38000
1317	50; 200; 500; 900; 1100; 7990; 9000; 12000; 25000; 38000

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если действительные значения уровня каналов приема зеркальных частот и промежуточных частот не превышают минус 90 дБ относительно несущей.

7.16 Определение уровня остаточных сигналов комбинационных частот

Определение уровня остаточных сигналов комбинационных частот осуществляется путём измерения уровня остаточных сигналов комбинационных частот при отсутствии входного сигнала.

К входу анализатора RF IN подключить нагрузку 50 Ом.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [**PRESET**]
- [**AMPT**: Ref Levell: -50 dBm]
- [**AMPT**: RF ATTEN MANUAL: 0 dB]

Для всех типов анализаторов:

- [**FREQ**: START 1 MHz]
- [**FREQ**: STOP 8000 MHz]
- [**BW**: Res BW Manual : 200 Hz]

Для анализатора FSW13:

- [**FREQ**: START 8 GHz]
- [**FREQ**: STOP 13,6 GHz]
- [**BW**: Res BW Manual : 1 kHz]
- [**BW**: VIDEO BW Manual : 500 Hz]

Для анализаторов FSW26:

- [**FREQ**: START 8 GHz]
- [**FREQ**: STOP 25 GHz]
- [**BW**: Res BW Manual : 1 kHz]
- [**BW**: VIDEO BW Manual : 500 Hz]

- [**FREQ**: START 25 GHz]
- [**FREQ**: STOP 26,5 GHz]
- [**BW**: Res BW Manual : 200 Hz]
- [**BW**: VIDEO BW Manual : 100 Hz]

Для анализаторов FSW43, FSW50:

- [**FREQ**: START 8 GHz]
- [**FREQ**: STOP 25 GHz]
- [**BW**: Res BW Manual : 1 kHz]
- [**BW**: VIDEO BW Manual : 500 Hz]

- [FREQ : START 25 GHz]
- [FREQ : STOP 43.5 GHz]
- [BW : Res BW Manual : 300 Hz]
- [BW : VIDEO BW Manual : 100 Hz]

Для анализатора FSW50:

- [FREQ : START 25 GHz]
- [FREQ : STOP 50 GHz]
- [BW : Res BW Manual : 300 Hz]
- [BW : VIDEO BW Manual : 100 Hz]

Для анализаторов FSW67, FSW85:

- [FREQ : START 8 GHz]
- [FREQ : STOP 26,5 GHz]
- [BW : Res BW Manual : 300 Hz]
- [BW : VIDEO BW Manual : 100 Hz]

- [FREQ : START 25 GHz]
- [FREQ : STOP 43.5 GHz]
- [BW : Res BW Manual : 300 Hz]
- [BW : VIDEO BW Manual : 100 Hz]

- [FREQ : START 43.5 GHz]
- [FREQ : STOP 67 GHz]
- [BW : Res BW Manual : 300 Hz]
- [BW : VIDEO BW Manual : 100 Hz]

Измерить уровни остаточных сигналов комбинационных частот:

- [MARKER-> : Peak]

Таблица 11

Диапазон частот	Допустимый уровень остаточных сигналов комбинационных частот, в диапазоне частот, дБ (1 мВт), не более
до 1 МГц включ.	-90
св. 1 МГц до 8,9 ГГц включ.	-110
св. 8,9 ГГц до 67 ГГц включ.	-100

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если уровень остаточных сигналов комбинационных частот в диапазоне частот, не превышают значений указанных в таблице 11.

7.17 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента амплитудной модуляции (при наличии опции К7)

Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента амплитудной модуляции проводят методом прямых измерений с помощью установки поверочной для средств измерений коэффициента амплитудной модуляции РЭКАМ-2, при подаче на вход анализатора синусоидального сигнала с амплитудной модуляцией по схеме, представленной на рис. 8.

Подключить выход калибратора установки РЭКАМ-2 к входу анализатора спектра. На калибраторе установить режим АМ, несущую частоту $F_{нес} = 4$ МГц, коэффициент амплитудной модуляции $K_{ам} = 100$ %, частоту модулирующего колебания $F_{мод} = 1$ кГц.

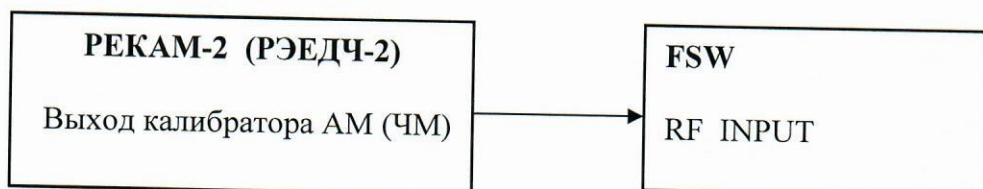


Рисунок 8

На анализаторе спектра включить режим Analog Demod, установить настройки для измерения коэффициента амплитудной модуляции на частоте 4 МГц согласно Руководству по эксплуатации (при этом ширина полосы анализа должна быть примерно $6 \cdot F_{\text{мод}}$).

Провести измерения $K_{\text{ам,изм}}$ и рассчитать погрешность по формуле (9):

$$\Delta K_{\text{ам}} = K_{\text{ам,изм}} - K_{\text{ам}} \quad (9)$$

Повторить измерения устанавливая несущую частоту $F_{\text{нес}}$, модулирующую частоту $F_{\text{мод}}$ и коэффициент амплитудной модуляции $K_{\text{ам}}$ в соответствии с таблицей 12.

Таблица 12

F _{мод} , кГц	K _{ам} , %	F _{нес} , МГц		F _{мод} , кГц	K _{ам} , %	F _{нес} , МГц	
		25	4			25	4
0,02	100	+	+	60	100	+	+
	50	+	+		50	+	+
	5	+	+		10	+	+
	0,1	+	+		1	+	+
1,0	100	+	+	200	100	+	
	95	+	+		50	+	
	50	+	+		10	+	
	5	+	+		1	+	
	1	+	+				
	0,1	+	+				
20	100	+	+				
	50	+	+				
	5	+	+				
	1	+	+				

+ провести измерения

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если действительные значения абсолютной погрешности измерений коэффициента амплитудной модуляции не превышают:

$$\pm(0,2 + 0,001 \cdot K_{\text{ам}})\%$$

7.18 Определение абсолютной погрешности измерений девиации частоты (при наличии опции К7)

Определение абсолютной погрешности измерений девиации частоты проводят методом прямых измерений с помощью установки поверочной для средств измерений

девиации частоты РЭЕДЧ-2 при подаче на вход анализатора синусоидального сигнала с частотной модуляцией по схеме, представленной на рис. 8.

Подключить выход калибратора установки РЭЕДЧ-2 к входу анализатора спектра. На калибраторе установить режим ЧМ, несущую частоту $F_{нес} = 5$ МГц, модулирующую частоту $F_{мод} = 1$ кГц и девиацию $F_{дев} = 100$ кГц.

На анализаторе спектра установить настройки для измерения девиации частоты на частоте 50 МГц согласно Руководству по эксплуатации (при этом ширина полосы анализа должна быть примерно $6 \cdot (F_{мод} + F_{дев})$).

Провести измерения $F_{дев_{изм}}$ и рассчитать погрешность по формуле 10:

$$\Delta F_{дев} = F_{дев_{изм}} - F_{дев} \quad (10)$$

Повторить измерения, устанавливая несущую частоту $F_{нес}$, девиацию частоты $F_{дев}$ и модулирующую частоту $F_{мод}$ в соответствии с таблицей 13.

Таблица 13

F _{мод} , кГц	F _{нес} = 5 МГц и 50 МГц				
	F _{дев} , кГц				
	1000	500	100	10	1
0,02	+	+	+	+	+
0,03	+	+	+	+	
0,09	+	+	+	+	
0,4	+	+	+	+	
1	+	+	+	+	+
6	+	+	+	+	
20	+	+	+	+	
30	+	+	+	+	+
60	+	+	+	+	
100	+	+	+	+	
200	+	+	+	+	
+ провести измерения					

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если действительные значения абсолютной погрешности измерений девиации частоты не превышают:

$$\pm(0,003 \cdot (F_{мод} + F_{дев}) + 2) \text{ Гц.}$$

7.19 Определение остаточного среднеквадратического значения векторной ошибки модуляции для модуляции QPSK и частоты несущей 1 ГГц в зависимости от скорости модуляции (при наличии опции К70)

Определение остаточного среднеквадратического значения векторной ошибки модуляции для модуляции QPSK проводят методом прямых измерений при подаче на вход анализатора синусоидального сигнала с модуляцией QPSK по схеме, представленной на рис. 9.

На анализаторе включить опцию К70, установить настройки для измерения модуляции типа QPSK на частоте несущей 1 ГГц и скоростью модуляции 100 кГц в соответствии с Руководством по эксплуатации.

На генераторе SMW200A установить генерацию сигнала на частоте 1 ГГц с модуляцией QPSK и скоростью 100 кГц.

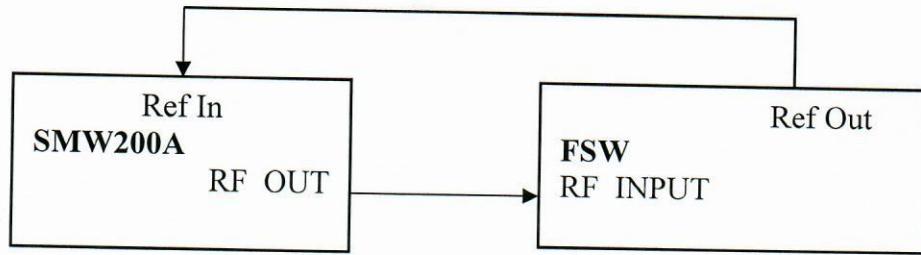


Рисунок 9

Считать измеренное СКЗ векторной ошибки модуляции $\theta_{изм.}$ на экране анализатора во вкладке «Result summary» в строке «EVM RMS» значение «mean» (см. рисунок 10).

Повторить измерения для скорости модуляции 1 МГц, 10 МГц.

Рассчитать остаточное СКЗ векторной ошибки модуляции $\theta_{вн.}$ по формуле 11:

$$\theta_{вн.} = \sqrt{\theta_{изм.}^2 - \theta_{ген.}^2}, \%, \quad (11)$$

где $\theta_{ген.} = 0,8 \%$ - допускаемый предел СКЗ векторной ошибки модуляции генератора SMW200A.

Если измеренное СКЗ векторной ошибки модуляции $\theta_{изм.} < 0,8 \%$, то за остаточное СКЗ векторной ошибки модуляции брать значение $\theta_{вн.} = \theta_{изм.} / 1,4$.

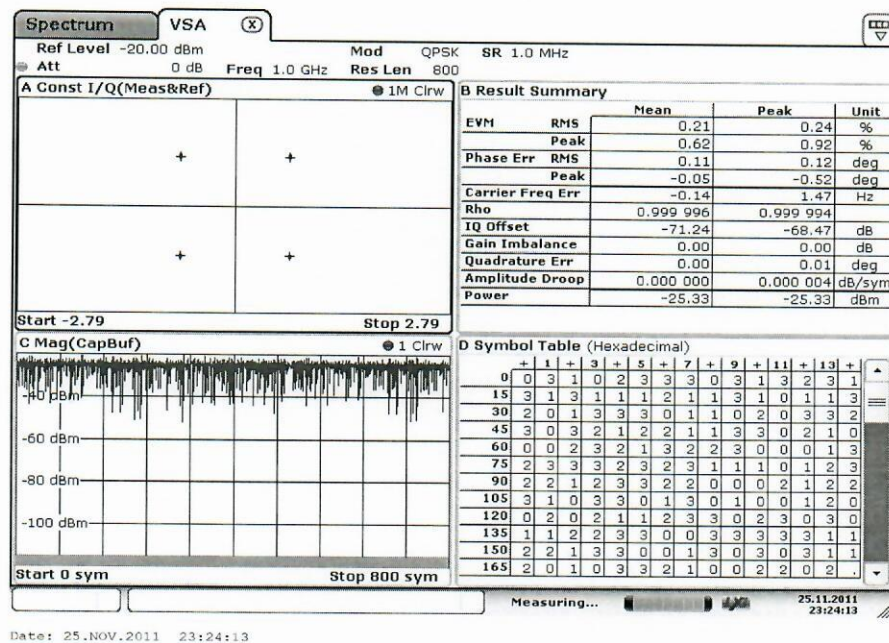


Рисунок 10

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если остаточное среднеквадратическое значение векторной ошибки модуляции не превышает:

- 0,3 % для скорости модуляции 100 кГц;
- 0,4 % для скорости модуляции 1 МГц;
- 0,6 % для скорости модуляции 10 МГц.

7.20 Определение КСВН входа

КСВН входа анализатора измерить с помощью анализатора электрических цепей векторного ZVA67. Анализатор цепей откалибровать по срезу кабеля в соответствии с его руководством по эксплуатации. Кабель подключить к входу анализатора спектра с установленным значением ослабления входного аттенюатора 10 дБ и провести измерения в диапазон частот от 10 МГц до 67 ГГц.

Таблица 14

Диапазон частот	Допустимые значения КСВН не более	
	FSW8, FSW13	FSW26, FSW43, FSW50, FSW67, FSW85
от 10 МГц до 1 ГГц включ.	1,2	1,2
св. 1 до 3,6 ГГц включ.	1,5	1,5
св. 3,6 до 18 ГГц включ.	2,0	1,5
св. 18 до 26,5 ГГц включ.	-	2,0
св. 26,5 до 40 ГГц включ.	-	2,5

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если действительные значения КСВН входа не превышают значений указанных в таблице 14.

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»

Начальник сектора № 1 лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва»

 А. С. Фефилов

 А. И. Иванов