

Регистрационный № 97254-25

Лист № 1
Всего листов 10

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Анализаторы спектра и фазового шума PSA

Назначение средства измерений

Анализаторы спектра и фазового шума PSA (далее по тексту – анализаторы) предназначены для измерений частоты и уровня мощности спектральных составляющих сигналов, а также для измерений уровня фазового и амплитудного шума непрерывных и импульсно-модулированных сверхвысокочастотных (далее по тексту – СВЧ) сигналов.

Описание средства измерений

Конструктивно анализаторы выполнены в виде настольного лабораторного прибора, работающего под управлением внешнего персонального компьютера. Управление анализатором осуществляется как через пользовательский интерфейс прилагаемого ПО, так и через команды удаленного управления. Анализаторы подключаются через последовательный интерфейс USB 3.0, на выходе прибора формируется цифровая двоичная последовательность, которая в дальнейшем обрабатывается для вывода требуемой характеристики на экран ПК.

Анализаторы выполнены в металлическом корпусе прямоугольной формы.

Принцип действия анализаторов основан на переносе сигнала входного СВЧ колебания на промежуточную частоту с помощью квадратурных демодуляторов и встроенных гетеродинов с малыми фазовыми шумами с последующей обработкой низкочастотного сигнала в двухканальном приемнике, реализованном на аналогово-цифровых преобразователях с широким динамическим диапазоном.

К настоящему типу средств измерений относятся анализаторы модификаций PSA08, PSA13, PSA26, которые отличаются друг от друга диапазоном рабочих частот.

Функциональные возможности, метрологические и технические характеристики анализаторов определяются составом опций, входящих в их комплект. Обозначения и наименования опций приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Опции анализаторов по заказу

Обозначение	Наименование
HTG	Опция следящего генератора
FRA	Опция измерения АЧХ
PPNA	Опция измерения фазового шума в импульсном режиме
RTA	Опция анализа спектра в реальном масштабе времени
TA	Опция анализа переходных процессов

Знак поверки может наноситься на переднюю панель анализаторов.

Общий вид анализаторов представлен на рисунках 1 и 2.

Серийный номер в формате десятизначного цифробуквенного обозначения, состоящего

из арабских цифр и латинской буквы, идентифицирующий каждый экземпляр средства измерений, наносится типографским способом на маркировочную этикетку, расположенную на задней панели корпуса, как показано на рисунках 2 и 3.



Рисунок 1 – Общий вид анализаторов
(передняя панель)



Рисунок 2 – Общий вид анализаторов (задняя панель)

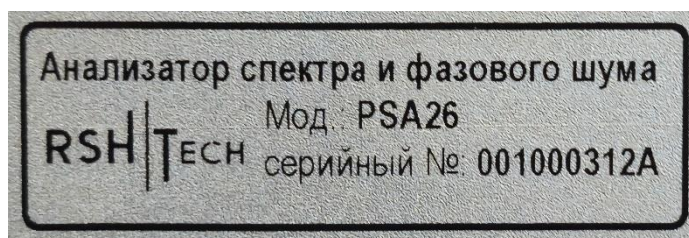


Рисунок 3 – Фрагмент задней панели анализаторов с этикеткой с местом нанесения серийного номера и обозначения модификации

Программное обеспечение

Встроенное программное обеспечение (далее по тексту – ПО) анализаторов отсутствует.

Анализаторы работают под управлением внешнего ПО, которое устанавливается на внешний ПК, служит для обработки получаемых от встроенного в анализатор микроконтроллера данных аналого-цифрового преобразования, а также отображения их в удобной для представления оператору форме. Внешнее ПО является метрологически значимым и разделено на подпрограммы, которые выполняют отдельные измерительные задачи: анализ спектра и измерения фазового шума в непрерывном режиме, измерения фазового шума в импульсном режиме; режим следящего генератора и измерений амплитудно-частотных характеристик (далее по тексту – АЧХ). Конструкция анализаторов исключает возможность несанкционированного влияния на ПО и измерительную информацию. Метрологические характеристики анализаторов нормированы с учетом влияния внешнего ПО.

Идентификационные данные внешнего ПО приведены в таблицах 2 – 4.

Таблица 2 – Идентификационные данные внешнего ПО анализаторов в режиме анализатора спектра и измерений фазового шума в непрерывном режиме

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	Spectrum Analyzer (SA)
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	2.0.1
Цифровой идентификатор ПО	отсутствует

Таблица 3 – Идентификационные данные внешнего ПО анализаторов в режиме измерений фазового шума в импульсном режиме

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	Pulse Phase Noise (PPNA)
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	2.0.1
Цифровой идентификатор ПО	отсутствует

Таблица 4 – Идентификационные данные внешнего ПО анализаторов в режиме следящего генератора и измерений АЧХ

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	Frequency Response Analyzer (FRA)
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	2.0.1
Цифровой идентификатор ПО	отсутствует

Уровень защиты внешнего ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «низкий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Метрологические и технические характеристики

Таблица 5 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики		Значение
1		2
Диапазон рабочих частот, Гц	PSA08 PSA13 PSA26	от $1 \cdot 10^5$ до $8 \cdot 10^9$ от $1 \cdot 10^5$ до $1,3 \cdot 10^{10}$ от $1 \cdot 10^5$ до $2,6 \cdot 10^{10}$
Диапазон рабочих частот входа 1, Гц	PSA08 PSA13 PSA26	от $3 \cdot 10^7$ до $8 \cdot 10^9$ от $3 \cdot 10^7$ до $1,3 \cdot 10^{10}$ от $3 \cdot 10^7$ до $2,6 \cdot 10^{10}$
Диапазон рабочих частот входа 2, Гц		от $1 \cdot 10^5$ до $3 \cdot 10^7$
Разрешение по частоте (R), Гц		1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты в режиме частотомера (Δf), Гц		$\pm(f_{\text{изм}} \cdot 10^{-7}(T+1)+1)^{1)}$
Диапазон установки полос обзора		от 1 кГц до полного диапазона частот
Полосы пропускания фильтров ПЧ по уровню минус 3 дБ с шагом, кратным 1; 2,5; 5; 10, Гц		от 1 до $1 \cdot 10^7$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения полос пропускания фильтров ПЧ, дБ		± 1
Диапазон установки ослабления входного аттенюатора, дБ	вход 1 вход 2	от 0 до 30 с шагом 2 от 0 до 35 с шагом 5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения ослабления входного аттенюатора, в диапазоне частот, дБ от $1 \cdot 10^5$ до $1,8 \cdot 10^{10}$ Гц включ. св. $1,8 \cdot 10^{10}$ до $2,6 \cdot 10^{10}$ Гц		$\pm(0,1 + 0,01 \cdot A)^{2)}$ $\pm(0,1 + 0,025 \cdot A)$
Средний уровень собственных шумов ³⁾ , в диапазоне частот, дБ (мВт/Гц) ⁴⁾ , не более от $1 \cdot 10^5$ до $3 \cdot 10^7$ Гц включ., при включенном предусилителе св. $3 \cdot 10^7$ до $2,6 \cdot 10^{10}$ Гц, в зависимости от состояния предусилителя и преселектора		-155 см. таблицу 6
Диапазон измерений уровня мощности при ослаблении входного аттенюатора 30 дБ, дБ (1 мВт) ⁵⁾	предусилитель включен предусилитель выключен	от среднего уровня шумов до 0 от среднего уровня шумов до 20
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности в диапазоне от минус 50 до 20 дБ (1 мВт) при выключенных предварительном усилителе и преселекторе, в диапазоне частот, дБ от $1 \cdot 10^5$ до $8 \cdot 10^9$ Гц включ. св. $8 \cdot 10^9$ до $2,2 \cdot 10^{10}$ Гц включ. св. $2,2 \cdot 10^{10}$ до $2,6 \cdot 10^{10}$ Гц		$\pm 2,0$ $\pm 3,0$ $\pm 4,0$
Относительный уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка (при уровне входного сигнала 0 дБ (1 мВт)), в диапазоне частот, дБ ⁶⁾ , не менее от $1 \cdot 10^5$ до $3 \cdot 10^7$ Гц включ. св. $3 \cdot 10^7$ до $2,6 \cdot 10^{10}$ Гц, в зависимости от состояния предусилителя и преселектора		50 см. таблицу 7

Продолжение таблицы 5

1		2
Относительный уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, выраженный в виде точки пересечения третьего порядка (при ослаблении входного аттенюатора 0 дБ и разности частот входных сигналов не менее 2 МГц), в диапазоне частот, дБ (1 мВт), не менее от $1 \cdot 10^5$ до $3 \cdot 10^7$ Гц включ. св. $3 \cdot 10^7$ до $2,6 \cdot 10^{10}$ Гц, в зависимости от состояния предусилителя и преселектора		20 см. таблицу 8
КСВН входа 1 при ослаблении входного аттенюатора 30 дБ, в диапазоне частот, не более	от $3 \cdot 10^7$ до $6 \cdot 10^9$ Гц включ.	1,9
	св. $6 \cdot 10^9$ до $1,5 \cdot 10^{10}$ Гц включ.	2,3
	св. $1,5 \cdot 10^{10}$ до $2,6 \cdot 10^{10}$ Гц	2,5
КСВН входа 2 при ослаблении входного аттенюатора 30 дБ, не более		1,9
Диапазон частот следящего генератора, Гц	PSA08	от $1 \cdot 10^5$ до $8 \cdot 10^9$
	PSA13	от $1 \cdot 10^5$ до $1,3 \cdot 10^{10}$
	PSA26	от $1 \cdot 10^5$ до $2,6 \cdot 10^{10}$
Разрешение по частоте, Гц		1
Диапазон установки уровня мощности сигнала следящего генератора, в диапазоне частот, дБ (1 мВт)	от $1 \cdot 10^5$ до $3 \cdot 10^5$ Гц не включ.	от -60 до -20
	от $3 \cdot 10^5$ до $2,4 \cdot 10^{10}$ Гц не включ.	от -60 до -10
	от $2,4 \cdot 10^{10}$ до $2,6 \cdot 10^{10}$ Гц	от -60 до -20
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня мощности сигнала следящего генератора, в диапазоне частот, дБ от $1 \cdot 10^5$ до $5,8 \cdot 10^9$ Гц включ. св. $5,8 \cdot 10^9$ до $1,8 \cdot 10^{10}$ Гц включ. св. $1,8 \cdot 10^{10}$ до $2,4 \cdot 10^{10}$ Гц не включ. от $2,4 \cdot 10^{10}$ до $2,6 \cdot 10^{10}$ Гц		$\pm 1,5$ $\pm 2,5$ $\pm 3,5$ $\pm 4,0$
Диапазон уровня входного сигнала при измерении фазового и амплитудного шума, дБ (1 мВт)		от -20 до 10
Диапазон отстроек от несущей частоты при измерении фазового и амплитудного шума, Гц		от 10 до $1 \cdot 10^7$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня фазового шума, в диапазоне отстроек от несущей, дБ от 20 до $1 \cdot 10^3$ Гц включ. св. $1 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^7$ Гц		± 3 ± 2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня амплитудного шума, в диапазоне отстроек от несущей, дБ от 20 до $1 \cdot 10^7$ Гц		± 3
Диапазон установки количества кросс-корреляций при измерении фазового и амплитудного шума		от 1 до 100000
Расчетное подавление уровня собственных фазовых и амплитудных шумов в результате кросс-корреляционной обработки при количестве кросс-корреляций, дБ, до	10	5
	100	10
	1000	15
	10000	20
	100000	25
Спектральная плотность собственных фазовых шумов при двухканальной обработке сигнала, дБ/Гц ⁷⁾ , не более		см. таблицы 9, 10
Спектральная плотность собственных амплитудных шумов при двухканальной обработке сигнала, дБ/Гц, не более		см. таблицу 11

Продолжение таблицы 5

1		2
Диапазон уровня входного сигнала при измерении фазового шума в импульсном режиме на входе 1, дБ (1 мВт)		от -20 до 0
Диапазон частот следования радиоимпульсов при измерении фазового шума в импульсном режиме, Гц		от $5 \cdot 10^2$ до $3 \cdot 10^6$
Диапазон длительностей радиоимпульсов при измерении фазового шума в импульсном режиме, мкс		от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^3$
Диапазон отстроек от несущей частоты при измерении фазового шума в импульсном режиме, Гц		от 10 до $0,5 \cdot F_{\text{ри}}^{8)}$, но не более 800 кГц
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазового шума в импульсном режиме, в диапазоне отстроек от несущей, дБ от 20 до $1 \cdot 10^3$ Гц включ. св. $1 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^5$ Гц		± 4 ± 3
Уровень чувствительности при измерении спектральной плотности фазового шума относительно несущей в импульсном режиме при частоте входного сигнала 1 ГГц, $F_{\text{ри}}$ 20 кГц, длительности импульса 10 мкс, использовании встроенного гетеродина и двухканальной обработке сигнала, выключенном режиме подавления паразитных составляющих, выключенных предусилителя и преселектора, при отстройке от несущей, дБ/Гц, не более	10 Гц	-57
	100 Гц	-98
	1 кГц	-115
	10 кГц	-120
¹⁾ Где $f_{\text{изм}}$ – измеренное значение частоты, Гц; Т – количество полных лет с даты выпуска из производства или сервисной подстройки опорного генератора; ²⁾ А – значение ослабления входного аттенюатора; ³⁾ Нормирован в форме спектральной плотности в полосе пропускания 1 Гц при ослаблении входного аттенюатора 0 дБ и количестве усреднений изображения спектра равном 50; ⁴⁾ дБ (мВт/Гц) – дБ относительно 1 мВт на 1 Гц; ⁵⁾ дБ (1 мВт) – дБ относительно 1 мВт; ⁶⁾ дБ – дБ относительно уровня несущей; ⁷⁾ дБ/Гц – дБ относительно уровня несущей в полосе пропускания 1 Гц; ⁸⁾ $F_{\text{ри}}$ – частота следования радиоимпульсов.		

Таблица 6 – Значения спектральной плотности собственных шумов

Поддиапазон частот, ГГц	Спектральная плотность собственных шумов при состоянии предусилителя и преселектора, дБ (мВт/Гц), не более			
	Предусилитель и преселектор выкл.	Предусилитель вкл., преселектор выкл.	Предусилитель и преселектор вкл.	Предусилитель выкл., преселектор вкл.
от 0,03 до 3,0 включ.	-138	-151	-146	-135
св. 3,0 до 5,8 включ.	-135	-148	-143	-130
св. 5,8 до 12,0 включ.	-134	-144	-143	-133
св. 12 до 18 включ.	-128	-140	-139	-128
св. 18 до 22 включ.	-127	-138	-138	-126
св. 22 до 26	-118	-132	-131	-117

Таблица 7 – Значения относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка

Поддиапазон частот, ГГц	Относительный уровень помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка при состоянии предусилителя и преселектора, дБ, не менее			
	Предусилитель и преселектор выкл.	Предусилитель вкл., преселектор выкл.	Предусилитель и преселектор вкл.	Предусилитель выкл., преселектор вкл.
от 0,03 до 0,1 включ.	45	30	80	75
св. 0,1 до 1,39 включ.	51	30	83	79
св. 1,39 до 2,27 включ.	45	30	83	89
св. 2,27 до 3,05 включ.	40	22	84	95
св. 3,05 до 6 включ.	31	13	99	100
св. 6 до 13	31	11	88	90

Таблица 8 – Значения относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, выраженного в виде точки пересечения третьего порядка

Состояние предусилителя и преселектора	Относительный уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, выраженный в виде точки пересечения третьего порядка, дБ (1 мВт), не менее
Предусилитель и преселектор выкл.	19
Предусилитель вкл., преселектор выкл.	3
Предусилитель и преселектор вкл.	7
Предусилитель выкл., преселектор вкл.	15

Таблица 9 – Значения спектральной плотности собственных фазовых шумов относительно несущей в полосе пропускания 1 Гц при количестве кросс-корреляций 1, усреднений 20, ослаблении входного аттенюатора «авто», уровне входного сигнала на 1 входе 10 дБ (1 мВт), на 2 входе 10 дБ (1 мВт)

Частота входного сигнала, МГц	Спектральная плотность собственных фазовых шумов относительно несущей в полосе пропускания 1 Гц при отстройке ΔF , дБ/Гц, не более						
	10 Гц	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц	10 МГц
10	-94	-129	-144	-145	-145	-144	-
100	-77	-112	-129	-137	-137	-139	-140
1000	-62	-95	-116	-124	-125	-137	-140
3000	-52	-86	-105	-115	-118	-128	-139
9000	-44	-76	-96	-105	-106	-121	-139
18000	-37	-70	-90	-100	-102	-115	-138
25990	-31	-69	-86	-96	-101	-109	-135

Таблица 10 – Значения спектральной плотности собственных фазовых шумов относительно несущей в полосе пропускания 1 Гц при количестве кросс-корреляций 100, усреднений 20, ослаблении входного аттенюатора «авто», уровне входного сигнала на 1 входе 10 дБ (1 мВт), на 2 входе 10 дБ (1 мВт)

Частота входного сигнала, МГц	Спектральная плотность собственных фазовых шумов относительно несущей при отстройке ΔF , дБ/Гц, не более						
	10 Гц	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц	10 МГц
10	-94	-130	-150	-154	-154	-154	-
100	-77	-113	-136	-144	-145	-147	-148
1000	-65	-103	-124	-133	-136	-144	-149
3000	-59	-95	-115	-125	-127	-136	-148
9000	-52	-86	-105	-115	-116	-126	-147
18000	-44	-78	-98	-110	-112	-120	-147
25990	-37	-77	-95	-106	-108	-119	-142

Таблица 11 – Значения спектральной плотности собственных амплитудных шумов относительно несущей в полосе пропускания 1 Гц при количестве кросс-корреляций 1, усреднений 20, ослаблении входного аттенюатора «авто», уровне входного сигнала на 1 входе 10 дБ (1 мВт)

Частота входного сигнала, МГц	Спектральная плотность собственных амплитудных шумов относительно несущей при отстройке ΔF , дБ/Гц, не более						
	10 Гц	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц	10 МГц
100	-100	-119	-132	-138	-139	-139	-140
1000	-97	-115	-130	-136	-136	-140	-141
10000	-112	-120	-129	-137	-137	-137	-140

Таблица 12 – Технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Параметры электрического питания - напряжение переменного тока, В - частота переменного тока, Гц	от 200 до 240 50
Габаритные размеры (ширина × высота × глубина), мм, не более	280 × 90 × 265
Масса, кг, не более	3
Условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность воздуха при температуре +25 °С, % - атмосферное давление, кПа	от +5 до +40 от 30 до 90 от 86,0 до 106,0
Время установления рабочего режима, мин	30

Знак утверждения типа

наносится на лицевую панель анализаторов методом наклейки в месте, указанном на рисунке 1, а также на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом.

Комплектность средства измерений

Таблица 13 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество
Анализатор спектра и фазового шума	PSA (модификация по заказу)	1 шт.
Опция следящего генератора	HTG	1 шт.*
Опция измерения АЧХ	FRA	1 шт.*
Опция измерения фазового шума в импульсном режиме	PPNA	1 шт.*
Опция анализа спектра в реальном масштабе времени	RTA	1 шт.*
Опция анализа переходных процессов	TA	1 шт.*
Кейс ударопрочный	ОНС	1 шт.*
Адаптер питания от сети переменного тока	—	1 шт.
Кабель интерфейсный USB 3.0	—	1 шт.
ПК управления с предустановленным ПО	—	1 шт.
Руководство по эксплуатации	ЦТПЕ.411168.001 РЭ	1 экз.
Флеш-накопитель с программным обеспечением	ЦТПЕ.411168.001 ПО	1 шт.
Руководство пользователя программного обеспечения	ЦТПЕ.411168.001 РП	1 экз.
Паспорт	ЦТПЕ.411168.001 ПС	1 экз.
* определяется по заказу		

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделах I, II, III, IV, V, VI руководства по эксплуатации ЦТПЕ.411168.001 РЭ.

Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

Приказ Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц»

Приказ Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»

ЦТПЕ.411168.001 ТУ «Анализаторы спектра и фазового шума PSA. Технические условия»

Правообладатель

Общество с ограниченной ответственностью «РШ Технологии»

(ООО «РШ Тех»)

ИНН 9725096169

Юридический адрес: 111250, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Лефортово, пр-д Завода Серп и Молот, д. 6, к. 1

Телефон: (495) 981-35-60; (495) 981-35-61

E-mail: info@rsh-tech.ru

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «РШ Технологии»
(ООО «РШ Тех»)
ИНН 9725096169
Адрес: 111250, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Лефортово,
пр-д Завода Серп и Молот, д. 6, к. 1
Телефон: (495) 981-35-60; (495) 981-35-61
E-mail: info@rsh-tech.ru

Испытательный центр

Федеральное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский центр прикладной метрологии – Ростест»
(ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»)
Адрес: 117418, г. Москва, Нахимовский пр-кт, д. 31
Телефон: 8 (499) 129-19-11
Факс: 8 (499) 124-99-96
E-mail: info@rostest.ru
Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц
Росаккредитации № RA.RU.310639