

Технические характеристики PNA7 / PNA20, верс. 2.16

(апрель 2016 г., серийные номера XXX-XX6XXXXXX-XXXX и выше)

Интегрированный высококачественный кросс-корреляционный
анализатор источников сигналов в диапазоне от 2 МГц до 7 или 26 ГГц



Введение

Анализаторы PNA7 и PNA20 — это интегрированное решение, которое включает в себя необходимый набор функций для анализа характеристик источников сигнала в диапазоне от ОВЧ до СВЧ, таких как кварцевые генераторы, синтезаторы с ФАПЧ, тактовые генераторы, ГУН с ФАПЧ, генераторы с диэлектрическим резонатором и пр.

Эти универсальные измерительные приборы содержат двухканальную кросс-корреляционную систему с двумя внутренними перестраиваемыми опорными источниками, а также позволяют проводить измерения с использованием внешних опорных сигналов.

Анализаторы PNA обеспечивают весь спектр измерений, а именно:

- ❖ измерение уровня абсолютного и добавочного фазового шума;
- ❖ измерение уровня фазового шума в импульсном режиме;
- ❖ непосредственный доступ к двухканальному БПФ-анализатору 50 МГц;
- ❖ измерение переходных процессов (частотно-временной зависимости, анализ области модуляции);
- ❖ стендовое испытание генераторов (контроль перестройки, смещения частоты, измерение фазового шума, тока, мощности и т.д.);
- ❖ контроль спектра;
- ❖ выполнение функций частотомера / измерителя мощности.

Благодаря отработанным методикам кросс-корреляционных измерений и алгоритмам автокалибровки высокая точность и воспроизводимость результатов измерений достигается даже при изменении состояния окружающей среды. Полностью автоматический захват частоты и автокалибровка существенно упрощают эксплуатацию и расширяют возможности применения прибора, что позволяет намного быстрее проводить измерения и повышает удобство работы в реальных условиях.

Данные анализаторы представляют собой компактные многофункциональные приборы, оснащаемые интерфейсами LAN (VXI-11), USB-TMC и GPIB (по заказу). Вместе с ними предоставляются не зависящий от платформы интуитивно-понятный графический интерфейс пользователя (ГИП), библиотека API и эффективный язык команд SCPI.

Возможные области применения

- ✓ Измерение уровня абсолютного и добавочного фазового шума
- ✓ Измерение ухода частоты в отдельных каналах систем со скачкообразным изменением частоты
- ✓ Анализ характеристик РЛС с внутриимпульсной ЛЧМ
- ✓ Калибровка сигналов со свипированием частоты
- ✓ Калибровка намеренно вводимой модуляции (ЧМ или частотной манипуляции)
- ✓ Анализ систем АПЧ и ФАПЧ
- ✓ Измерение времени установления частоты ГУН
- ✓ Определение характеристик запуска/прогрева генераторов
- ✓ Контроль уровня шума и спектра
- ✓ Определение параметров ГУН (перестройки, смещения частоты в зависимости от напряжения питания, мощности, тока и т.д.)
- ✓ Спектральный анализ в режиме БПФ-анализатора с полосой пропускания 50 МГц

Технические характеристики

На следующих страницах приводятся технические характеристики прибора в гарантийных режимах при $25 \pm 10^\circ\text{C}$ по истечении 30-минутного периода прогрева. Приведенные номинальные технические характеристики возможны, но не гарантируются. Минимальные и максимальные значения характеристик гарантируются.

Гарантийные режимы. Технические характеристики включают в себя граничные значения для учета статистического разброса характеристик, погрешностей измерения и изменения характеристик под действием внешних условий.

Параметр	Мин.	Ном.	Макс.	Примечание
Измерение уровня абсолютного фазового шума в диапазоне от 5 МГц до 26 ГГц (непрерывный режим)				
Измеряемые параметры	Уровень фазового шума в одной боковой полосе [дБн/Гц], уровень случайных помех [дБн], интегральный среднеквадратичный сдвиг фазы [град., рад] или временное дрожание [с], паразитная ЧМ/ФМ [Гц, скв]			
Диапазон радиочастот PNA20	5 МГц* 5 МГц*		26 ГГц 17 ГГц	При использовании внутренних опорных сигналов При использовании внешних опорных сигналов *Работает вплоть до 1 МГц
Диапазон радиочастот PNA7	5 МГц* 5 МГц*		7 ГГц 7 ГГц	При использовании внутренних опорных сигналов При использовании внешних опорных сигналов *Работает вплоть до 1 МГц
Диапазон мощности на входе < 18 000 МГц > 18 000 МГц	-10 дБм 0 дБм		420 дБм	+26 дБм — предельный выдерживаемый уровень См. график чувствительности
Входное полное сопротивление КСВН		50 Ом 2		Связь по переменному току, макс. 10 В пост. тока
Диапазон отстройки частоты	0,01 Гц 0,01 Гц 0,01 Гц		50 МГц 20 МГц 5 МГц	Для ВЧ > 70 МГц Для ВЧ < 70 МГц Для ВЧ < 25 МГц
Погрешность измерений		±4 дБ ±3 дБ ±2 дБ		Отстройка < 10 Гц Отстройка < 1 кГц > 1 кГц
Минимальный уровень фазового шума системы 1 Гц 10 Гц 100 Гц 1 кГц 10 кГц 10 МГц		-140 дБн/Гц -150 дБн/Гц -160 дБн/Гц -175 дБн/Гц -185 дБн/Гц -185 дБн/Гц		(С кросс-корреляцией, внешние опорные сигналы)
Чувствительность к фазовому шуму	См. график чувствительности для внутренних источников			
Уровни случайных помех Внешние источники опорных сигналов Внутренние источники опорных сигналов		-85 дБн -90 дБн		
Время измерения				См. таблицу «Время измерения».
Внутренние источники опорных сигналов				С взаимной корреляцией
Диапазон частот	1 МГц 1 МГц		30 ГГц 7 ГГц	PNA20 PNA7

Параметр	Мин.	Ном.	Макс.	Примечание
Чувствительность к фазовому шуму				См. графики «Чувствительность».
Полоса удержания ВЧ		±2 млн. доли / с ±15 млн. доли / с ±200 млн. доли / с		Вариант исполнения LN Стандартное исполнение Высокая чувствительность
Внешние источники опорных сигналов				Один или с взаимной корреляцией
Диапазон частот	5 МГц		18 ГГц 7 ГГц	PNA20 PNA7
Диапазон уровней опорных сигналов	+13 дБм	+15 дБм	+23 дБм	
Диапазон напряжений настройки	0 В		+20 В	Задается пользователем
Выходной ток			10 мА	
Измерение уровня абсолютного фазового шума в импульсном режиме в диапазоне от 30 МГц до 15 ГГц (требуется вариант исполнения PULSE)				
Диапазон частот PNA20	30 МГц 30 МГц		13 ГГц 15 ГГц	При использовании внутренних опорных сигналов При использовании внешних опорных сигналов
Диапазон частот PNA7	30 МГц 30 МГц		7 ГГц 7 ГГц	При использовании внутренних опорных сигналов При использовании внешних опорных сигналов
Диапазон мощности на входе	3 дБм -5 дБм		+20 дБм +20 дБм	< 2 ГГц > 2 ГГц
Частота повторения импульсов (ЧПИ)	1 кГц		2 МГц	
Длительность импульса	100 нс		1 мс	
Скважность	0.2 %		80%	
Диапазон отстроек частоты	0,01 Гц		ЧПИ	
Погрешность измерений		±4 дБ ±3 дБ ±2 дБ		Отстройка < 10 Гц Отстройка < 1 кГц > 1 кГц
Время измерения				См. таблицу «Время измерения».
Внутренние источники опорных сигналов				С кросс-корреляцией
Диапазон частот	2 МГц 1 МГц		13 ГГц 7 ГГц	PNA20 PNA7
Чувствительность к фазовому шуму				
Внешние источники опорных сигналов				Один канал или с кросс-корреляцией
Диапазон частот	5 МГц 5 МГц		18 ГГц 7 ГГц	PNA20 PNA7
Диапазон уровней опорных сигналов	+13 дБм	+15 дБм	+23 дБм	
Диапазон напряжений перестройки	0 В		+20 В	Задается пользователем
Выходной ток			10 мА	

Параметр	Мин.	Ном.	Макс.	Примечание
Измерение уровня добавочного фазового шума в диапазоне от 5 МГц до 13,5 ГГц (постоянный или импульсный режим)				
Измеряемые параметры	Уровень фазового шума в одной боковой полосе [дБн/Гц], уровень случайных помех [дБн], интегральный среднеквадратичный сдвиг фазы [град., рад] или временное дрожание [с], паразитная ЧМ/ФМ [Гц, скв]			
Диапазон радиочастот	5 МГц		18 ГГц 7 ГГц	PNA20 PNA7
Диапазон мощности на входе (порт ВЧ) (порты опорных сигналов)	3 дБм 13 дБм		+23 дБм +20 дБм	
Диапазон отстроек анализа	0,01 Гц 0,01 Гц 0,01 Гц		50 МГц 20 МГц 5 МГц	0,01 Гц при управлении через SCPI Для ВЧ < 70 МГц Для ВЧ < 25 МГц
Погрешность измерений		±3 дБ ±3 дБ +2 дБ		Отстройка < 10 Гц Отстройка < 1 кГц > 1 кГц
Минимальный уровень остаточного фазового шума 1 Гц 10 Гц 100 Гц 1 кГц 10 кГц 10 МГц		-140 дБн/Гц -150 дБн/Гц -160 дБн/Гц -175 дБн/Гц -185 дБн/Гц -185 дБн/Гц		(источники с кросс-корреляцией)
Измерение характеристик переходных процессов				
Измеряемые параметры	Частота			
Диапазон частот	1 МГц 5 МГц 50 МГц 200 МГц 7,5 ГГц		50 МГц 200 МГц 2,0 ГГц 7,5 7,5 ГГц 26,5 ГГц	Полоса 1 Полоса 2 Полоса 3 Полоса 4 Полоса 5
Диапазон измерений Широкая полоса частот Узкая полоса частот		Полосы 1-5 20 МГц		
Разрешение по частоте				См. таблицу.
Время измерения	50 мкс		10 с	
Разрешение по времени	16 нс		500 мс	
Режим запуска		Автономная работа, внутренний запуск, внешний запуск		
Спектральный мониторинг, сканирование спектра (опционально)				
Измеряемые параметры	дБм, дБм/Гц, дБн/Гц			
Диапазон частот	5 МГц		26 ГГц	
Диапазон контроля	1 кГц		30 МГц	
Дискретность полосы частот (ДПЧ)	1,8 Гц		1 МГц	

Параметр	Мин.	Ном.	Макс.	Примечание
Абсолютная погрешность измерений		±2 дБ		Рвх = 0 дБм
Относительная погрешность измерений		±1,5 дБ		
Минимальный уровень остаточного шума		Подл. уточн.		ДПЧ =
Режим запуска		Автономная работа, внутренний запуск		

Измерение абсолютного амплитудного шума (опционально)

Измеряемые параметры	Уровень фазового шума в одной боковой полосе [дБн/Гц], уровень случайных помех [дБн], интегральный среднеквадратичный сдвиг фазы [град., рад] или временное дрожание [с], паразитная ЧМ/ФМ [Гц, скв]			
PNA20	70 МГц		18 ГГц	
PNA7	70 МГц		7 ГГц	
Диапазон входной мощности	0 дБм 0 дБм		+20 дБм +23 дБм	
Диапазон отстроек	1 Гц		40 МГц	для ВЧ > 70 МГц
Точность измерений		±4 дБ ±3 дБ ±2 дБ		Отстройка < 10 Гц Отстройка < 1 кГц Отстройка > 1 кГц
Чувствительность амплитудного шума 1 Гц 10 Гц 100 Гц 1 кГц 10 кГц 10 МГц		-70 дБн/Гц -110 дБн/Гц -120 дБн/Гц -135 дБн/Гц -145 дБн/Гц -155 дБн/Гц		

БПФ-анализатор

Входные разъемы	2 байонетных гнезда (BNC) (на задней панели), связь по переменному току			
Измеряемые параметры	дБВ/Гц, дБм/Гц, нВ/√Гц			
Диапазон напряжений пост. тока Входное полное сопротивление	-12 В	1 кОм	+12 В	Пост. ток
Диапазон напряжений пер. тока			+10 дБм	
Диапазон частот	1 Гц		50 МГц	
Плотность шума на входе		<1 нВ/√Гц		Отстройка 10 кГц

Определение параметров ГУН

Измеряемые параметры	Частота (Гц), крутизна перестройки ($\Delta f/\Delta V_n$) (Гц/В), смещение частоты (Гц/В), уровень мощности ВЧ [дБм], пост. ток питания [мА], уровень фазового шума в одной боковой полосе [дБн/Гц]			
Параметры свипирования частоты Напряжение питания пост. тока Напряжение перестройки	От 0 до 15 В / макс. 550 мА От -5 до 21 В / макс. 20 мА			Регулируется
Частота Неопределенность	5 МГц	0,5 млн. доли	26 ГГц	
ВЧ-мощность Неопределенность	-10 дБм	2 дБ	20 дБм	
Диапазон измерения пост. тока Неопределенность	5 мА	1 %	500 мА	
Время установления выходного сигнала		20 мс		
Скорость измерения		70 мс на точку		В каждой точке измеряются частота, Кгуи, смещение частоты, напряжение

				питания пост. тока и мощность
Запуск		Начало, запуск		

Частотомер				
Измеряемые параметры	Частота [Гц]			
Диапазон частот	1 МГц		26 ГГц	
Абсолютная погрешность		300 млн. долей		
Чувствительность		-10 дБм		См. типовой график чувствительности.

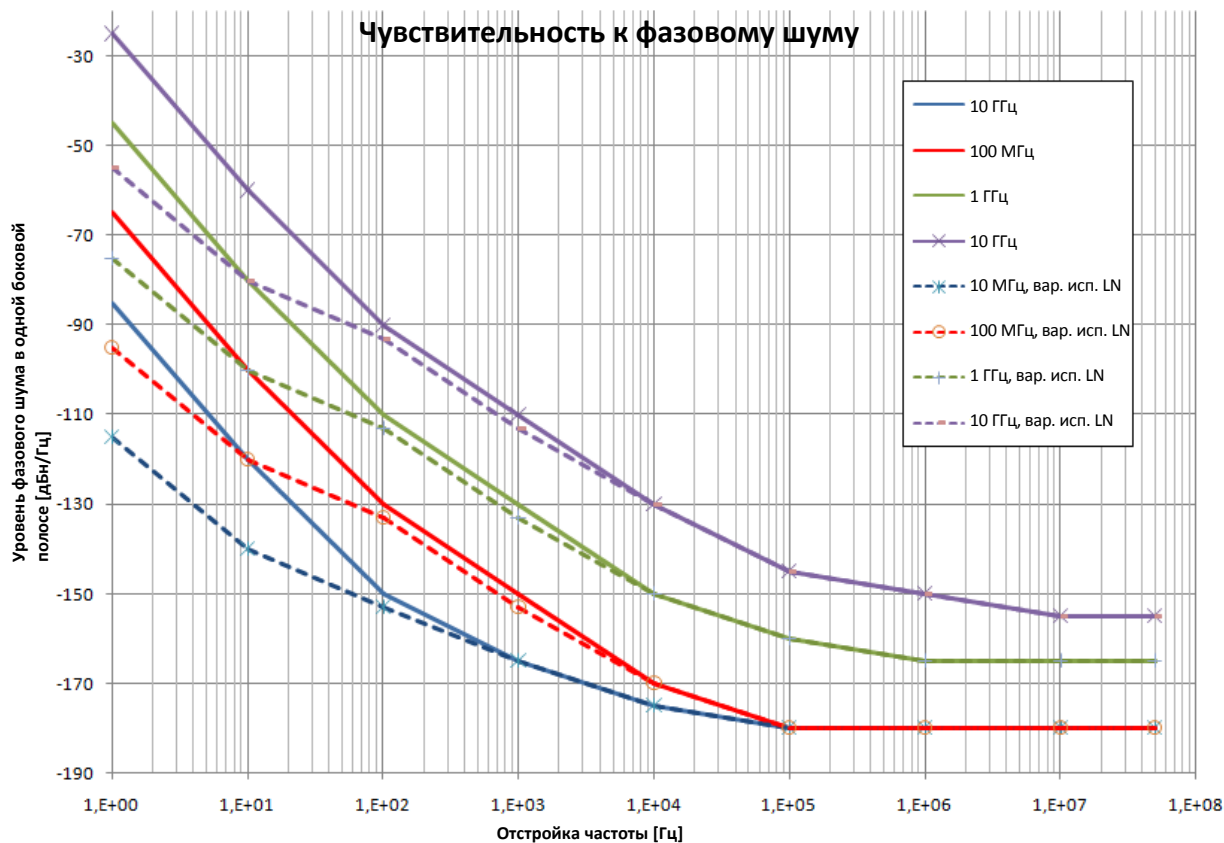
Измеритель мощности				
Измеряемые параметры	Мощность, мВт, дБм			
Диапазон частот	5 МГц		26 ГГц	
Погрешность		<2 дБ		
Диапазон мощности	-5 дБм		+15 дБм	

Подстройка напряжения и сдвоенный источник питания				
Подстройка DUT	-5 В			
Диапазон напряжения (DC)	-5 В		20 В	
Разрешение установки напряжения		1 мВ		
Погрешность установки напряжения		± 2 мВ		
Уровень шума		< 2 нВскз/√Гц		> 2 кГц
Диапазон измерения постоянного тока	0		20 мА	
Источник питания				
Диапазон напряжений пост. тока	0		15 В	
Дискретность установки напряжения		10 мВ		
Погрешность установки напряжения		±10 мВ		
Уровень шума		<10 нВ(действ.)/√Гц		>20 кГц
Выходное сопротивление		<0,5 Ом		
Диапазон измерения пост. тока	0		600 мА	На канал
Дискретность		100 мкА		

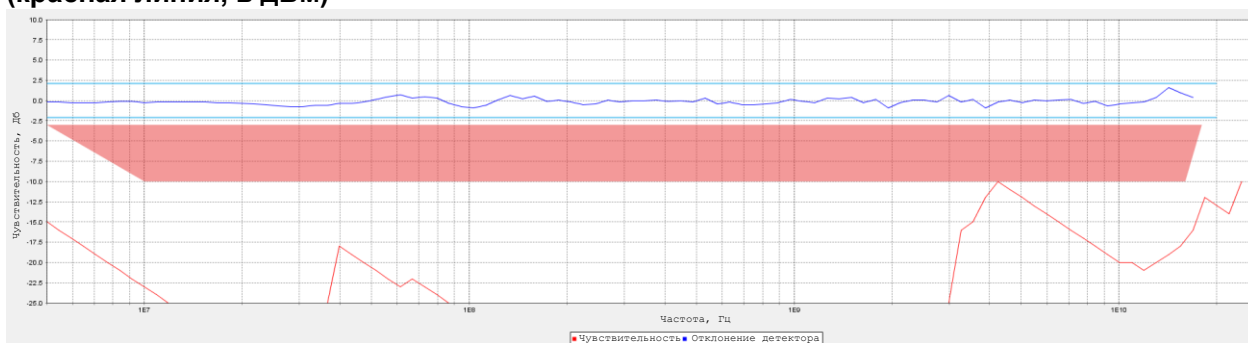
Графики рабочих характеристик

Чувствительность к фазовому шуму (дБн/Гц)

Время измерения: ~25 с, после первой кросс-корреляции; последующие корреляции обеспечивают повышение чувствительности на 5 дБ для 10, 10 дБ для 100 и 15 дБ для 1000 корреляций.



Типовая чувствительность к фазовому ВЧ-шуму в диапазоне от 5 МГц до 26 ГГц (красная линия, в дБм)



Время измерения фазового шума

Общее время измерения включает в себя время настройки, время передачи и время выполнения операции корреляции, умноженное на число операций корреляции.

	Типовое время настройки (с)	Время усреднения (с)	Кол-во точек
От 0,1 Гц до 50 МГц	2	80	~ 1800
От 1 Гц до 50 МГц	2	10	~ 1700
От 10 Гц до 50 МГц	2	1,5	~ 1500
От 100 Гц до 50 МГц	2	0,5	~ 1300
От 1 кГц до 50 МГц	< 2	0,2	~ 1050
От 10 кГц до 50 МГц	< 2	< 0,1	~ 800

Разрешение по времени в зависимости от разрешения по частоте при измерении характеристик переходных процессов (для широкой полосы частот)

Разрешение по времени Полоса частот	64 нс	256 нс	1 мкс	5 мкс	20 мкс
От 1 до 50 МГц	300 Гц	150 Гц	60 Гц	4 Гц	2 Гц
От 5 до 200 МГц	500 Гц	250 Гц	100 Гц	100 Гц	10 Гц
От 50 МГц до 2 ГГц	2,5 кГц	1 кГц	100 Гц	100 Гц	50 Гц
От 0,2 до 7 ГГц	20 кГц	2,5 кГц	1 кГц	200 Гц	100 Гц
От 7 до 26,5 ГГц	50 кГц	7 кГц	2 кГц	400 Гц	200 Гц

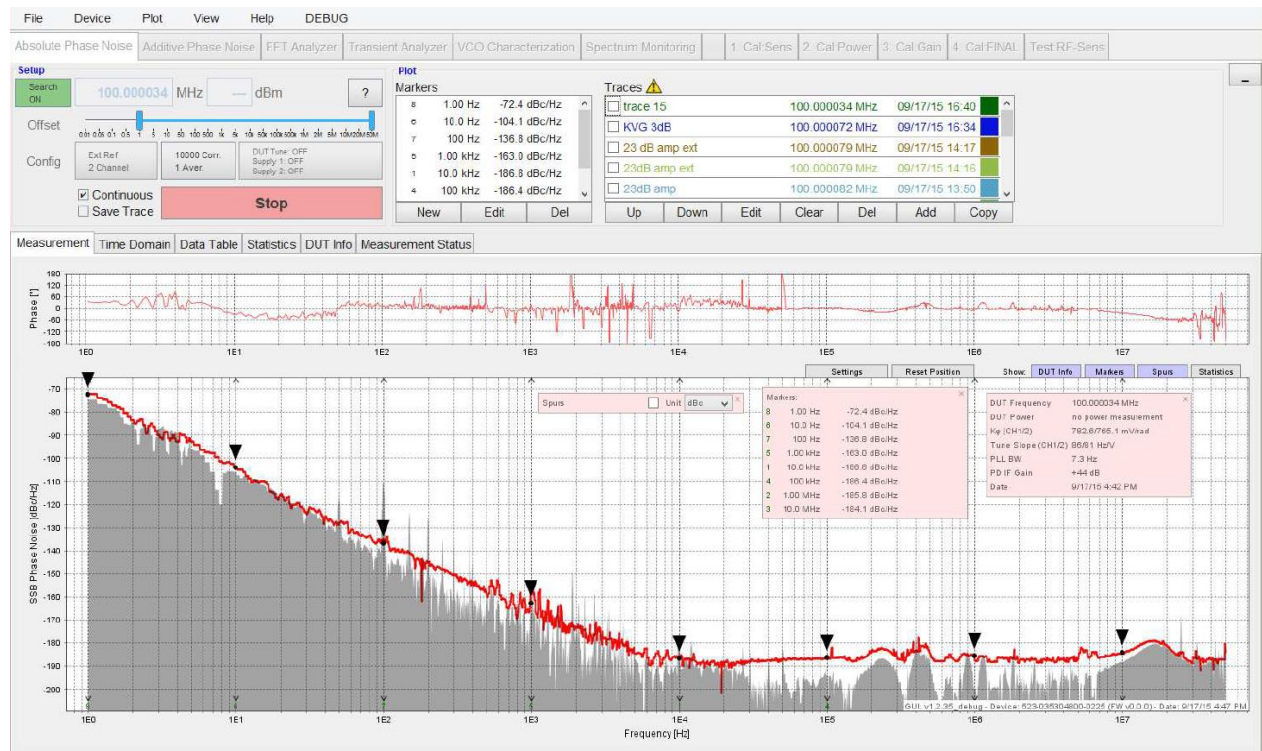
Разрешение по времени в зависимости от разрешения по частоте при измерении характеристик переходных процессов (остаточная ЧМ, диапазон 40 МГц, 5% полоса пропускания видео фильтра, номинальные значения, для узкой полосы частот)

Разрешение по времени Частотный диапазон	64 нс	256 нс	1 мкс	5 мкс	20 мкс
< 200 МГц	75 Гц	10 Гц	2 Гц	1 Гц	1 Гц
< 2 ГГц	200 Гц	25 Гц	10 Гц	5 Гц	1 Гц
< 7 ГГц	500 Гц	150 Гц	25 Гц	5 Гц	1 Гц
< 13 ГГц	1,5 кГц	400 Гц	40 Гц	10 Гц	2 Гц
> 13 ГГц	3 кГц	750 Гц	50 Гц	15 Гц	3 Гц

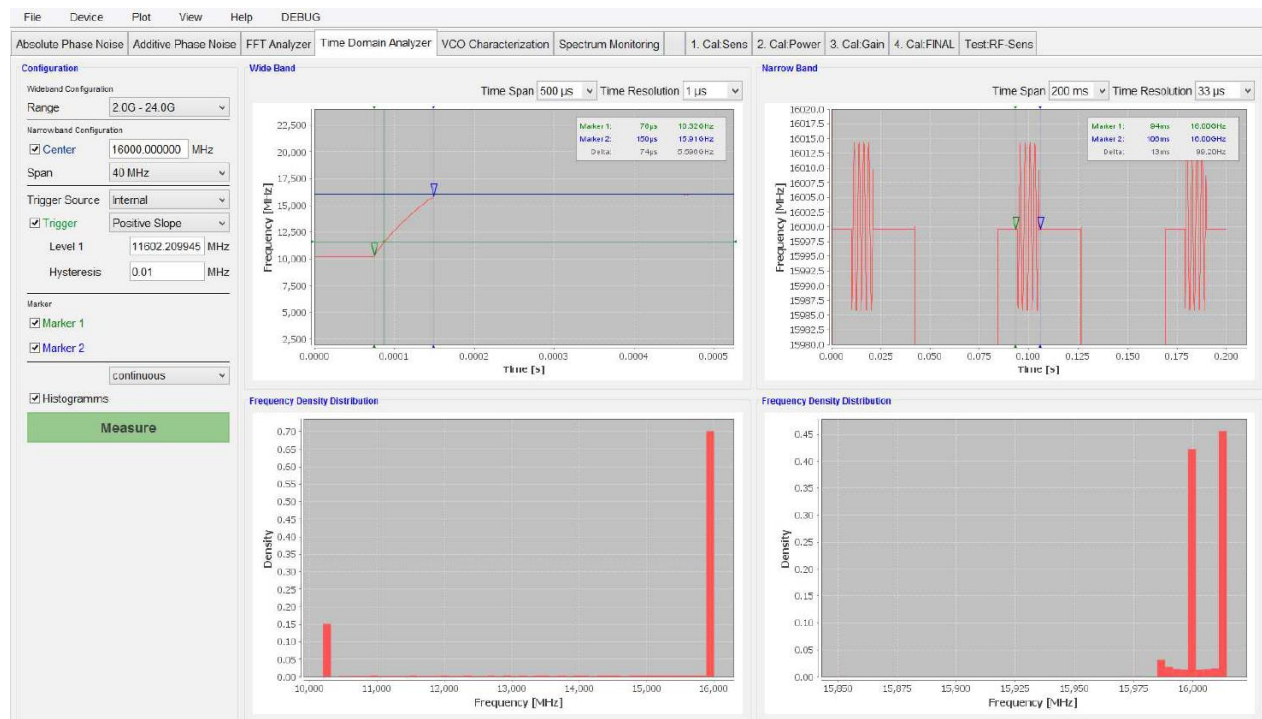
Графический интерфейс пользователя: анализатор использует графический интерфейс пользователя на базе ОС Windows.

Режимы индикации	Фазовый шум, временная область, таблица данных, остаточные значения, статистика
Функции построения графиков	
Графики данных	Вывод текущих данных измерений и/или множества данных из памяти (до 16 графиков)
Математические операции	Сложение, вычитание, умножение или деление данных графиков, введение поправок
Заголовок	Добавление индивидуального заголовка для каждого окна измерений
Автоматическое масштабирование	Автоматический выбор дискретности шкалы и начала отсчета для центрирования графика по вертикали.
Статистика	Вычисление и отображение математического ожидания, среднеквадратического отклонения и наибольшей разности значений для графика.
Функции расстановки маркеров	16 независимых маркеров

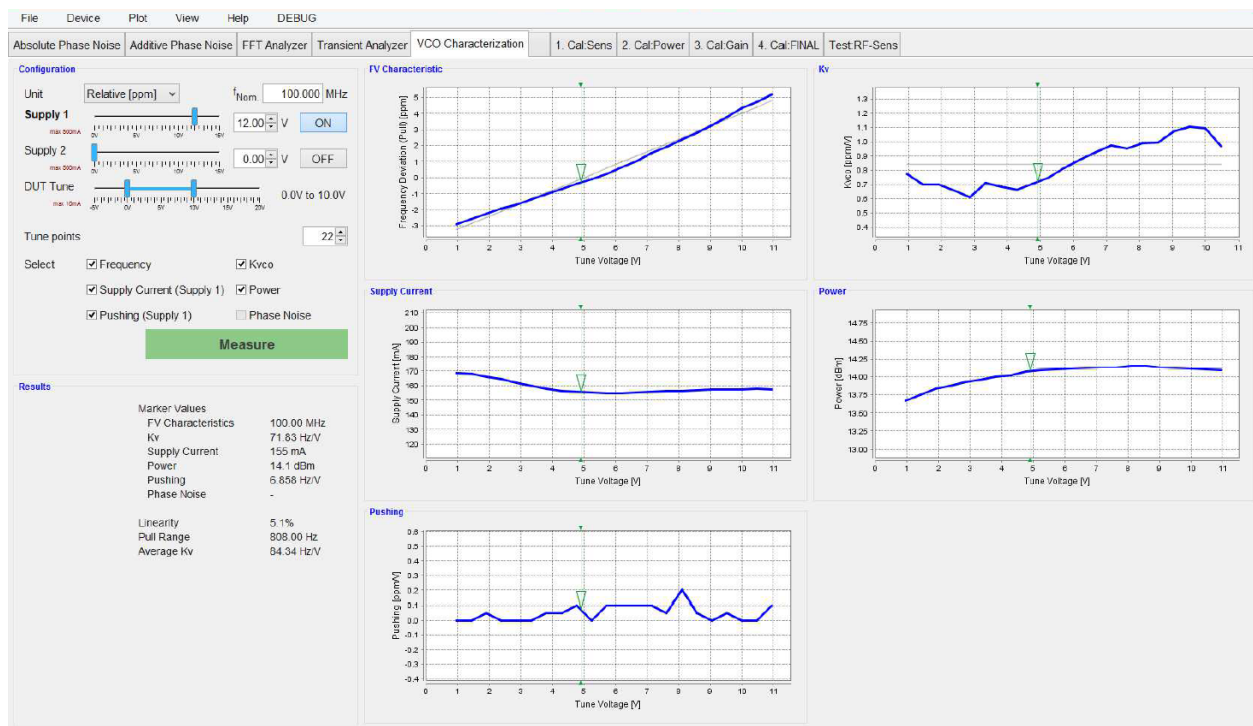
Графический интерфейс пользователя (абсолютный фазовый шум)



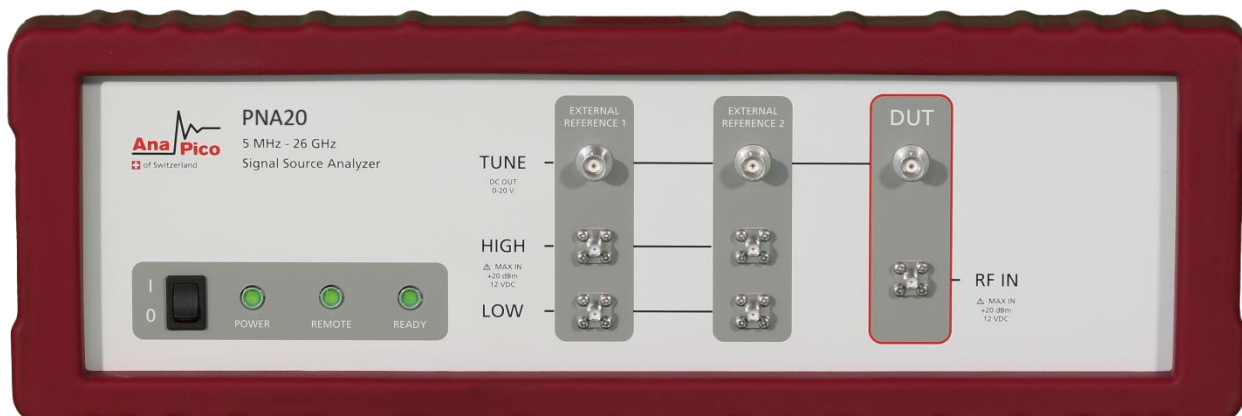
Графический интерфейс пользователя (переходные процессы)



Графический интерфейс пользователя (определение параметров ГУН)



Разъемы



1. ВЧ-входы: RF IN (ВЧ-вход), вход опорного сигнала 1 (HIGH и LOW), вход опорного сигнала 2 (HIGH и LOW): гнездо SMA
2. Выходы перестройки: TUNE1, TUNE2: гнездо BNC
3. Выключатель питания
4. Светодиодные индикаторы состояния: POWER (питание), READY (готовность к работе), REMOTE (дист. управление)

Разъемы (на задней панели)



1. Входы модулирующих сигналов (BB1, BB2): гнездо BNC
2. Выходы питания (SUPPLY1, SUPPLY2): гнездо BNC
3. Вспомогательные входы (AUX): EXT TRIG (внешний запуск) и 10 MHz REF IN (вход опорного сигнала 10 МГц): гнездо BNC
4. Гнездо LAN: RJ-45
5. Порт USB 2.0 с поддержкой режимов хост-контроллера и устройства
6. Разъем питания пост. тока (24 В, 2 А)

Интерфейсы для дистанционного программирования

Интерфейс LAN Ethernet 100BaseT;
USB 2.0 с поддержкой режимов хост-контроллера и устройства;
GPIB (IEEE-488.2,1987) с поддержкой режимов приема и передачи (по заказу);
язык управления SCPI версии 1999.0

Требования к источнику питания: 24 В пост. тока; макс. 24 Вт

Сетевой адаптер (входит в комплект поставки): 100-240 В пер. тока на входе / 24 В пост. тока, 2 А на выходе

Диапазон температур эксплуатации: от 0 до 45 °C

Диапазон температур хранения: от -40 до 70 °C

Высота над уровнем моря при эксплуатации и хранении: до 4500 м (15 000 футов)



Защита/ЭМС соответствуют действующим нормам и директивам по защите и ЭМС.

Масса: ≤ 10 кг (21 фунта) без упаковки

Размеры

Варианты исполнения

- **GPIB:** интерфейс программирования IEEE-488.2, 1987
- **LN:** сверхнизкий уровень фазового шума вблизи несущей
- **PULSE:** возможность измерения импульсных ВЧ-сигналов

Хронология внесения изменений в документ

Версия/статус	Дата	Автор	Примечания
Верс. 10	30.10.2012	jk	Первая редакция
Верс. 11	27.12.2012	jk	Изменен диапазон частот, добавлены данные по измерению характеристик переходных процессов
Верс. 11	10.03.2013	jk	Уточнены данные по БПФ-анализатору
Верс. 12	10.05.2013	jk	Графический интерфейс пользователя
Верс. 121	10.06.2013	jk	Добавочный фазовый шум
Верс. 122	30.07.2013	jk	Данные по функциям частотомера и измерителя мощности
Верс. 123	01.02.2014	jk	Добавлен вариант питания
Верс. 20	20.07.2014	jk	Версия В
Верс. 21	10.04.2015	jk	Версии В / С
Верс. 211	10.05.2015	jk	Добавлен вариант с поддержкой импульсных измерений
Верс. 211	10.09.2015	jk	Новые изображения прибора
Верс. 212	30.11.2015	jk	Обновлено определение параметров ГУН
Верс. 213	06.04.2016	jk	Спецификация по напряжению DC
Верс. 214	16.04.2016	jk	Добавлена спецификация по анализу переходных процессов
Верс. 215	28.04.2016	jk	Изменена таблица переходных процессов для узкой полосы
Верс. 216	28.05.2016	jk	Уточнена таблица переходных процессов для узкой полосы