

# Технические характеристики PNA7 / PNA20/ PNA40, верс. 1.21

(октябрь 2018 г., серийные номера XXX-XX9XXXXXX-XXXX и выше)

Анализатор фазовых шумов 1 МГц до 7, 26 или 40 ГГц



# Введение

Анализаторы PNA7, PNA20, PNA40 — это интегрированное решение, которое включает в себя необходимый набор функций для анализа характеристик источников сигнала в диапазоне от ВЧ до СВЧ, таких как кварцевые генераторы, синтезаторы с ФАПЧ, тактовые генераторы, ГУН с ФАПЧ, генераторы с диэлектрическим резонатором и пр.

Анализаторы серии PNA 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 100 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.

Дополнительно

- ❖ Два программируемых маломощных DC источника питания до 15В и 600мА
- ❖ Три маломощных источника питания управляющего напряжения от -5 до +22 В

Благодаря отработанным методикам кросс-корреляционных измерений и алгоритмам автокалибровки высокая точность и воспроизводимость результатов измерений достигается даже при изменении состояния окружающей среды. Полностью автоматические 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.

# 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	Тип	Макс	Дополнительно
<b>Измерение абсолютного фазового шума 1 МГц to 40 ГГц (CW)</b>				
<b>Измеряемые параметры</b>	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]			
<b>Диапазон частот</b> PNA7 PNA20 PNA40 PNA20/40	<b>FMIN</b> 1 МГц 1 МГц 1 МГц 5 МГц		<b>FMAX</b> 7 ГГц 26 ГГц 40 ГГц 18 ГГц	Внутр. опоры/Внеш. опоры Внутр. опоры Внутр. опоры Внеш. опоры
<b>Диапазон мощности на входе</b> до 1 ГГц 1 до 9 ГГц 9 до 18 ГГц 18 to 30 ГГц 30 to 35 ГГц 35 to 40 ГГц	-25 дБм -20 дБм -15 дБм -15 дБм 0 дБм 10 дБм		+20 дБм +20 дБм +20 дБм +23 дБм +23 дБм +23 дБм	+26 дБм предельный выдерживаемый уровень  См. график чувствительности стр. 11
<b>Входное сопротивление КСВН</b>		50 Ом 2		Связь по переменному току, Максимально 10В DC
<b>Диапазон отстройки частоты</b>	0.01 Гц 0.01 Гц		100 МГц > 25/ of $f_c$	$f_c > 150$ МГц $f_c < 150$ МГц
<b>Разрешение: Количество точек на декаду (PPD)</b>	200	200	1600	Полоса разрешения, регулируется (x1/x2/x4/x8), PPD может быть ниже для самой младшей декады измерения
<b>Погрешность измерения</b>		$\pm 4$ дБ $\pm 3$ дБ $\pm 2$ дБ		отстройка < 10 Гц отстройка 10 Гц to 1 кГц отстройка 1 кГц to 100 МГц
<b>Чувствительность измерения фазового шума</b>	График чувствительности представлен на страницах 9,11, и 12			

Параметр	Мин	Тип	Макс	Дополнительно
<b>Уровни искажений</b> Внешние источники опорных сигналов Internal references		-85 дБс -90 дБс		
<b>Время измерения</b>	См. таблицу «Время измерения».			
<b>Запуск</b>				однократный, непрерывный, ручной, по шине

<b>Измерения с внутренними опорными генераторами</b>				
<b>Диапазон частот</b>	1 МГц		FMAX	
<b>Чувствительность измерения фазового шума</b>				см. график “Чувствительности”
<b>Долговременная стабильность</b>		±1 ppm ±10 ppm > ±1000 ppm		Опция LN Стандартно Режим High Drift

<b>Внешними опорными генераторами</b>				1 канал или режим с кросс-корреляцией
<b>Диапазон частот</b>	5 МГц		18 ГГц	
<b>Диапазон уровней опорных сигналов</b> < 1.3 ГГц > 1.3 ГГц	0 дБм 0 дБм		+23 дБм +23 дБм	+26 дБм предельный уровень
<b>Чувствительность измерения фазового шума</b>	См. график чувствительности на страницах 9,11 и 12			
<b>Диапазон уровней опорных сигналов</b>	+10 дБм +13 дБм	+15 дБм +15 дБм	+21 дБм +21 дБм	Нижний вход (< 1.3 ГГц) Верхний вход (> 1.3 ГГц)
<b>Диапазон напряжений настройки</b>	-5 В		+20 В	Задается пользователем
<b>Выходной ток</b>			20 мА	

Измерение абсолютного фазового шума – Опция (PULSE_				
Диапазон частот	30 МГц 30 МГц		7 ГГц 18 ГГц	PNA7 PNA20 / PNA40
Диапазон мощности на входе	5 дБм		+20 дБм	
Параметры импульсов				
Частота повторения	200 Гц		2 МГц	
Ширина	200 нс		2 мс	
Скважность	0.2/		60/	
Диапазон отстроек частоты	0.01 Гц		PRF	
Погрешность измерений		±4 дБ ±3 дБ ±2 дБ		Отстройка < 10 Гц Отстройка < 1 кГц > 1 кГц
Время измерения	См. таблицу «Время измерения».			

Измерение вносимого фазового шума непрерывного или импульсного сигнала (опция PULSE)				
Измеряемые параметры	Однополосный Уровень фазового шума [дБн/Гц], уровень случайных помех [дБн], интегральный среднеквадратичный сдвиг фазы [град., рад] или временное дрожание [с], паразитная ЧМ/ФМ [Гц, скв]			
Диапазон частот	5 МГц 5 МГц 5 МГц		7 ГГц 18 ГГц 18 ГГц	PNA7 PNA20, настраивается до 26 ГГц PNA40, настраиваемое до 40 ГГц
Диапазон входной мощности				
RF порт	+3 дБм		+23 дБм	
REF порт	+13 дБм		+20 дБм	
Диапазон отстройке	0.01 Гц		100 МГц	
Погрешность измерения		±3 дБ ±2 дБ		< 1 кГц отстройка > 1 кГц
Чувствительность измерения вносимого фазового шума	см. таблицу чувствительность на стр. 12			

Измерение характеристик переходных процессов (Опция TRAN)		
Measurement parameters	Frequency	
Wideband (WB) mode	Frequency, RF Power, Phase	
Narrowband (NB) mode		

<b>Диапазон частот</b>	5 МГц 20 МГц 80 МГц 320 МГц 1.3 ГГц 5.2 ГГц		100 МГц 400 МГц 1.6 ГГц 3 ГГц 26 ГГц FMAX	Полоса 1 Полоса 2 Полоса 3 Полоса 4 Полоса 5 Полоса 6
<b>Диапазон измерений</b> Широкополосный режим Узкополосный режим	200 кГц	Полоса 1-6	80 МГц	200 кГц, 1.25 МГц, 80 МГц
<b>Разрешение по частоте</b>	see tables on page 13			
<b>Время измерения</b>	10 $\mu$ s		1 min	
<b>Разрешение по времени</b>	16 ns		50 ms	
<b>Режим запуска</b>				однократный, непрерывный, внутренний Широкополосный режим или узкополосный режим по маске, внешний

### Измерение фазовых шумов пачки импульсов (опция BURST)

Измеряемые параметры	Фазовый шум [дБн/Гц]			
<b>Диапазон частот</b>	5 МГц		FMAX	
<b>Диапазон отстроек</b>	1 / T		30 МГц	T: Время обзора
<b>Время измерения (T)</b>	10 мкс		1 мин	
<b>Чувствительность измерения фазового шума, дБн/Гц</b>				Один канал, f = 1 ГГц
1 кГц		-120		
10 кГц		-128		
100 кГц		-131		
1 МГц		-131		
10 МГц		-147		

### Измерение амплитудного шума (опция AM)

Измеряемые параметры	Однополосный амплитудный шум [дБн/Гц]			
<b>Диапазон частот</b>	5 МГц		18 ГГц	
<b>Диапазон уровней сигнала</b>				
5 МГц до 10 ГГц	-20 дБм		+20 дБм	
10 ГГц до 18 ГГц	-10 дБм		+20 дБм	
<b>Диапазон отстроек</b>	0.1 Гц		40 МГц	

Погрешность измерения		±2 дБ		
Чувствительность измерения амплитудного шума (1 корр), дБн/Гц				1 ГГц, P <sub>in</sub> = -10 дБм до +20 дБм
1 Гц		-100		
10 Гц		-115		
100 Гц		-135		
1 кГц		-145		
10 кГц		-155		
> 100 кГц		-160		

БПФ-анализатор				
Измеряемые параметры	2 BNC розетка (rear panel), AC coupled			
Диапазон напряжений пост. тока Входное полное сопротивление	дБВ/Гц, дБм/Гц, нВ/√Гц			
Диапазон напряжений пер. тока	-12 В	1 кΩ	+ 12 В	DC
Диапазон частот			+ 10 дБм	
Плотность шума на входе	1 Гц		100 МГц	
Измеряемые параметры		< 1 нВ/√Гц		10 кГц отстройка
Запуск				однократный, непрерывный, внутренний, внешний

Измерение нестабильности частоты (опция TSTAB)				
Измеряемые параметры	Девияция Аллана			
Время измерения	1s		10 дней	
Чувствительность измерения девиации Аллана tau = 1 с tau = 100 с		5e-13 1e-13		При полосе RBW 100 Гц

Мониторинг спектра / Сканирование (опция SPEC)				
Измеряемые параметры	дБм, дБм/Гц, дБВ/Гц			
Диапазон частот	10 МГц 10 МГц 10 МГц		7 ГГц 26 ГГц 40 ГГц	PNA7 PNA20 PNA40

<b>Полоса обзора SPAN</b>	5 кГц		100 МГц	
<b>Полоса разрешения (RBW)</b>	5.8 Гц		58 кГц	
<b>Погрешность измерения</b> Абсолютная Относительная			±3 дБ ±1 дБ	
<b>Уровень собственных шумов, дБм/Гц</b> 10 МГц до 4 ГГц 4 ГГц до 18 ГГц 18 ГГц до 40 ГГц			-130 -120 -100	
<b>Уровень частотных искажений</b> 10 МГц до 4 ГГц 4 ГГц до 18 ГГц 18 ГГц до 40 ГГц			-70 дБн -60 дБн -55 дБн	при P <sub>вх</sub> = 0 дБм
<b>Запуск</b>				непрерывный, ручной , шина

<b>Измерение параметров ГУН (опция VCO)</b>				
<b>Измеряемые параметры</b>	Частота [Гц] Чувствительность по напряжению ( $\Delta f/\Delta V_c$ ) [Гц/V] Частота Pushing [Гц/V] Выходная мощность [дБм] DC ток питания [mA] SSB PhN / AM [дБн/Гц]			
<b>Параметры свипирования</b> Напр. питания DC Ток питания DC Напряжение упр. Ток упр.	0 В -5 В		15 В 550 мА 20 В 20 мА	Регулируется  Регулируется
<b>Частота</b> Неопределенность	5 МГц	0.5 ppm	FMAX	
<b>Диапазон входной мощности</b> Погрешность	-5 дБм	0.5 дБ	20 дБм 2 дБ	
<b>DC ток питания</b> Погрешность	0 мА	1/	550 мА	
<b>Время установление выходного сигнала</b>		20 мс		



<b>Скорость измерения</b>		70 мс на точку		В каждой точке измеряются частота, КГУН, смещение частоты, напряжение питания пост. тока и мощность
---------------------------	--	----------------	--	---

<b>Частотомер</b>				
Измеряемые параметры	Частота [Гц]			
<b>Диапазон частот</b>	1 МГц		FMAX	
<b>Абсолютная погрешность</b>		300 млн.долей		Либо погрешность внешнего опорного сигнала
<b>Чувствительность</b>	См. типовой график чувствительности.			

<b>Измерение мощности</b>				
Измеряемые параметры	Power mW, дБм			
<b>Диапазон частот</b>	5 МГц 5 МГц		FMAX 27 ГГц	PNA7, PNA20 PNA40
<b>Абсолютная погрешность</b>		±1 дБ	±2.5 дБ	< 27 ГГц
<b>Диапазон мощностей</b>	-10 дБм		+13 дБм	

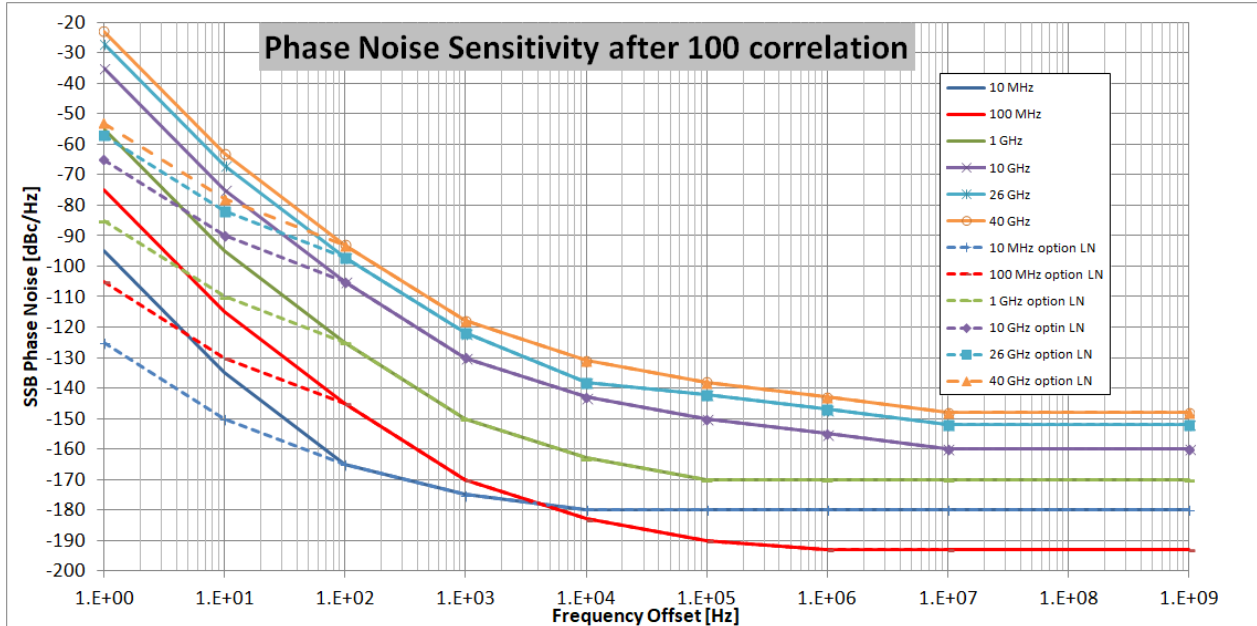
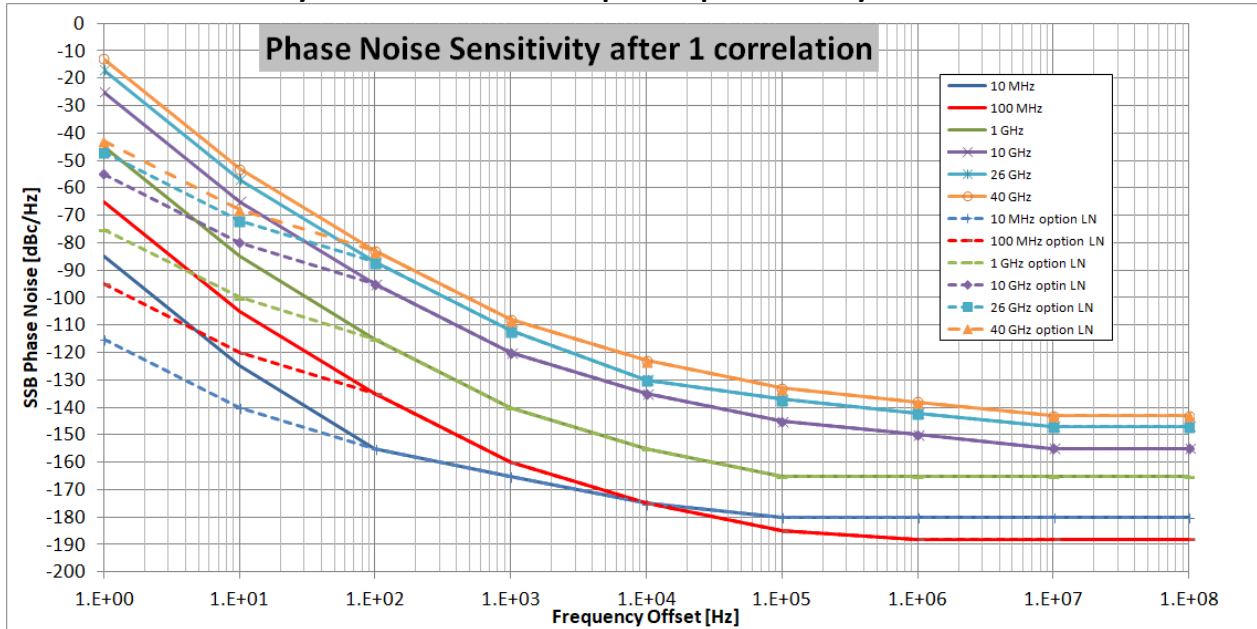
<b>Управляющие напряжение/ Напряжение питания</b>				
<b>Управляющие напряжение DUT</b>				BNC front panel output
Диапазон напряжения (DC)	-5 В		+22 В	
Разрешение установки напряжения		1 мВ		
Погрешность установки напряжения		±2 мВ		
Уровень шума		< 2 nV <sub>rms</sub> /√Гц		> 2 кГц
Диапазон измерения постоянного тока	0 мА		35 мА	
<b>Напряжение питания (Канал питания 1 &amp; 2)</b>				BNC выходы на задней панели
Диапазон напряжений пост. тока	0 В		15 В	
Дискретность установки напряжения		10 мВ		
Погрешность установки напряжения		±10 мВ		
Уровень шума		< 10 nV <sub>rms</sub> /√Гц		> 20 кГц
Выходное сопротивление		< 0.5 Ом		
Диапазон измерения пост. тока	0 мА		550 мА	На канал
Разрешение		100 μА		

# Графики рабочих характеристик

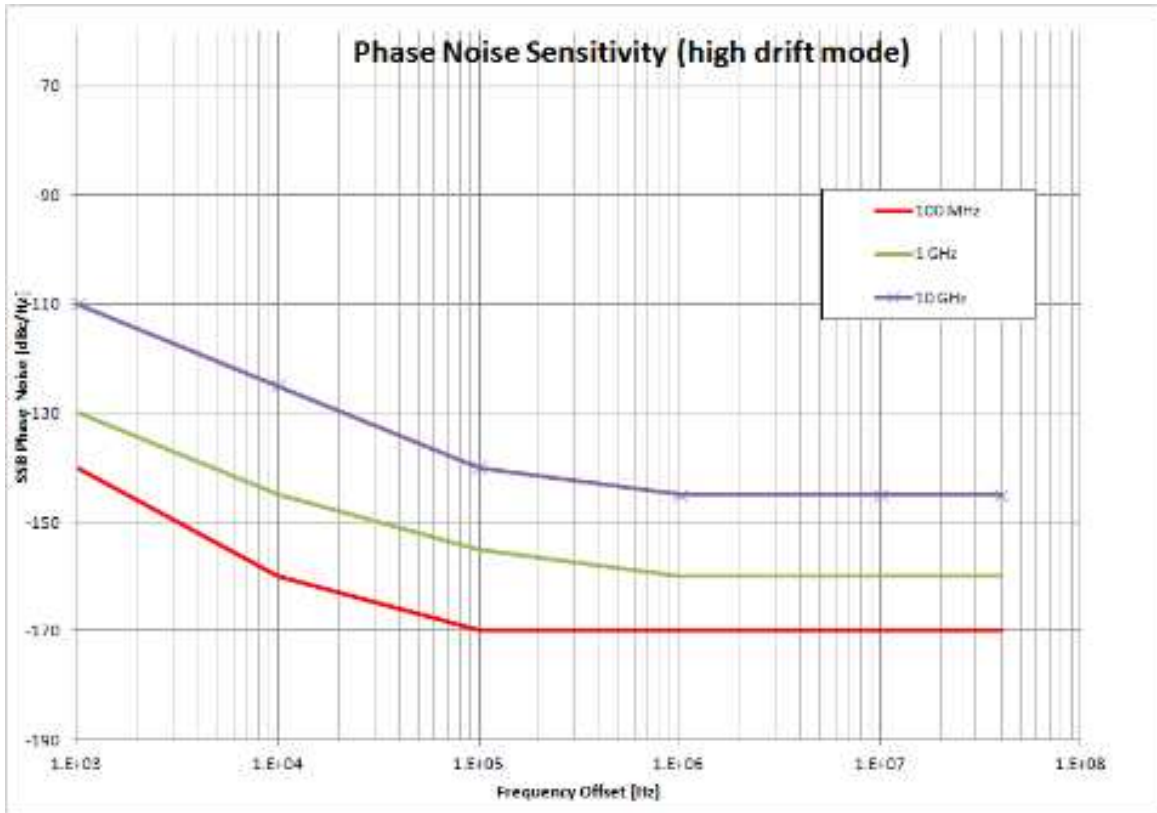
## Чувствительность к фазовому шуму (дБн/Гц)

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.

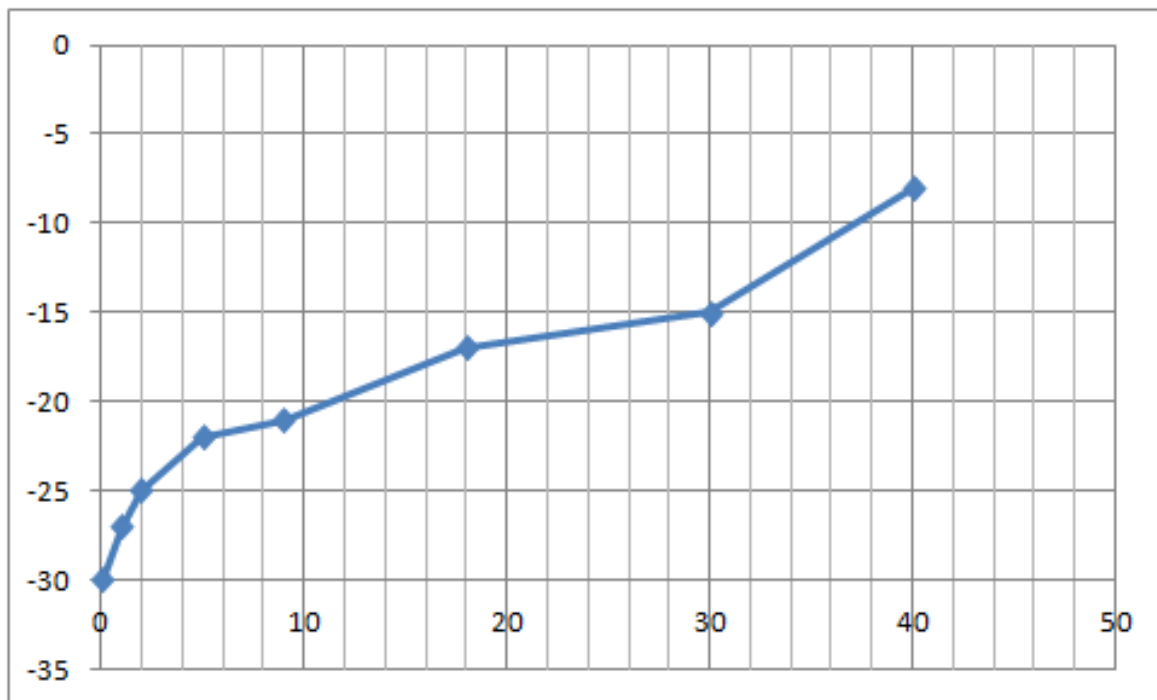
### Чувствительность измерения фазового шума



### Чувствительность измерения фазового шума режим high drift



### Чувствительность по мощности 5 МГц до 40 Гц (синяя линия дБм)



### Время измерения фазового шума

## Время измерения фазового шума

Общее время измерения состоит из времени наладки, времени передачи плюс количества выполненных корреляций, умноженных на время на за 1 корреляцию.

	Время на 1 корреляцию (sec)	Количество точек (настройка)
0.1 Гц до 100 МГц	80	250 на декаду
1 Гц до 100 МГц	8	250 на декаду
10 Гц до 100 МГц	0.8	250 на декаду
100 Гц до 100 МГц	0.1	250 на декаду
1 кГц до 100 МГц	0.01	250 на декаду
10 кГц до 100 МГц	< 0.004	250 на декаду

## Чувствительность измерения фазового шума

### Внутренние опорные генераторы (опция LN)

Абсолютный уровень фазовых шумов (Опция LN)	Отстройка						
	1Гц	10Гц	100Гц	1кГц	10кГц	100кГц	1МГц
10МГц	-115	-140	-155	-165	-172	-175	-175
100МГц	-95	-120	-135	-160	-172	-178	-178
1ГГц	-75	-100	-115	-140	-155	-160	-160
3ГГц	-65	-90	-105	-130	-145	-150	-155
10ГГц	-55	-80	-95	-120	-135	-140	-145
25ГГц	-45	-70	-85	-110	-130	-135	-140
Условия	Измерение: Мощность несущей: $\geq 5$ дБм; 1 корреляция						

### Внешние опорные генераторы

Абсолютный уровень фазовых шумов	Отстройка						
	1Гц	10Гц	100Гц	1кГц	10кГц	100кГц	1МГц
10МГц	-135	-150	-155	-170	-175	-175	-175
100МГц	-120	-130	-140	-170	-178	-178	-178
1ГГц	-100	-110	-125	-155	-170	-170	-170
3ГГц	-95	-110	-125	-155	-170	-170	-170
10ГГц	-90	-110	-120	-145	-155	-155	-155
18ГГц	-85	-105	-115	-120	-140	-145	-145
Дополнительно	Измерение: Мощность несущей: $\geq 5$ дБм; 1 корреляция						

## Чувствительность измерения вносимого фазового шума

### 1 канал

Вносимый ФШ (1 канал)	Отстройка						
	1Гц	10Гц	100Гц	1кГц	10кГц	100кГц	1МГц
$10\text{МГц} \leq f \leq 1\text{ГГц}$	-130	-140	-150	-160	-170	-170	-170
$1\text{ГГц} < f \leq 4\text{ГГц}$	-130	-140	-150	-160	-170	-170	-170
$4\text{ГГц} < f \leq 16\text{ГГц}$	-115	-125	-135	-145	-150	-155	-160
Дополнительно	Условия: Мощность по входу RF: $\geq 10$ дБм; REF $\geq 13$ дБм Двух-канальная кросс-корреляция может улучшить фазовый шум на 5 дБ при каждом 10-х кратном увеличении корреляций.						

## Измерение параметров переходных процессов

Погрешность измерения частоты +/- (разрешение + неопределенность внутр. опорного генератора). Табличные разрешения измеряются с PNA и тестируемым устройством, синхронизированным к одному опорного генератору 10 МГц. Входной уровень 0 дБм.

### Широкая полоса: Измерение переходных процессов частоты от времени (Паразитная ЧМ, 5/ видеополоса, типовые значения)

Разрешение по времени	16 нс	128 нс	500 нс	1 мс	$\geq 10$ мс
Полоса частот	Разрешение по частоте [Гц]				
5 до 100 МГц	3 к	100	30	15	10
20 до 400 МГц	5 к	700	200	100	20
80 до 1600 МГц	10 к	1 к	200	100	50
320 до 3000 МГц	30 к	1.5 к	300	150	150
1.3 до 26 ГГц	100 к	6 к	2 к	1 к	1 к
5.2 ГГц FMAX	500 к	20 к	4 к	2 к	2 к

### Узкая полоса: Измерение переходных процессов Разрешение по частоте от разрешения во времени (Паразитная FM, 80 МГц полоса, 5/ видео полоса, тип)

Разрешение по времени	16 нс	128 нс	500 нс	1 мс	10 мс	$\geq 20$ мс
Диапазон частот	Разрешение по частоте [Гц]					
< 200 МГц	1.5 к	50	10	4	4	4
< 800 МГц	2.5 к	150	15	10	4	4
< 2 ГГц	2.5 к	500	20	10	4	4

< 20 ГГц	30 к	4 к	150	70	20	7
> 20 ГГц	50 к	4 к	400	150	50	15

**Узкая полоса: Измерение переходных процессов Разрешение по частоте от разрешения во времени**

**(Паразитная ЧМ, 1.25 МГц Полоса, без видеофильтра, тип.)**

<b>Разрешение по времени</b>	256 нс	500 нс	1 мс	10 мс	>= 20 мс
<b>Диапазон частот</b>	<b>Разрешение по частоте [Гц]</b>				
< 200 МГц	60	30	15	1.5	0.5
< 800 МГц	70	30	15	1.5	1.5
< 2 ГГц	100	40	15	3	1.5
< 20 ГГц	1 к	300	150	30	15
> 20 ГГц	3 к	1 к	400	60	30

**Узкая полоса: Измерение переходных процессов Разрешение по частоте от разрешения во времени**

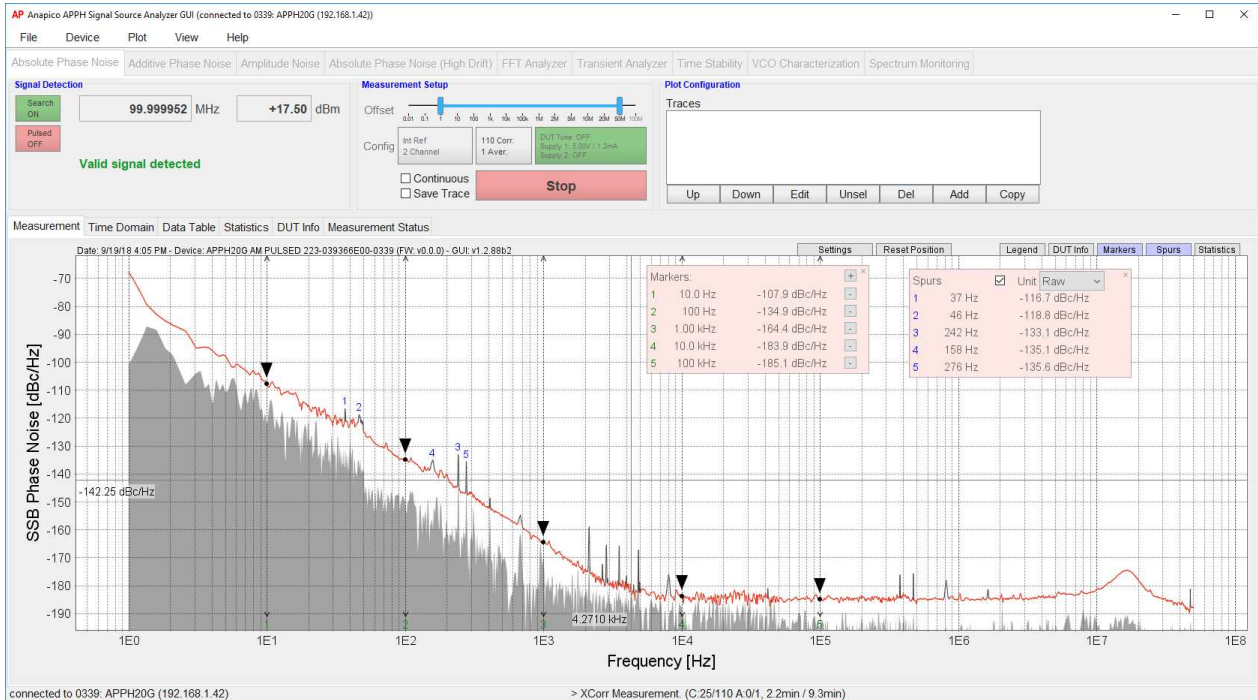
**(Паразитная ЧМ, 200 кГц полоса, без видеофильтра, тип)**

<b>Разрешение по времени</b>	1 мс	10 мс	>= 20 мс
<b>Диапазон частот</b>	<b>Разрешение по частоте [Гц]</b>		
< 200 МГц	1	0.5	0.3
< 800 МГц	1.5	0.5	0.3
< 2 ГГц	3	1	0.4
< 20 ГГц	20	10	3
> 20 ГГц	50	20	10

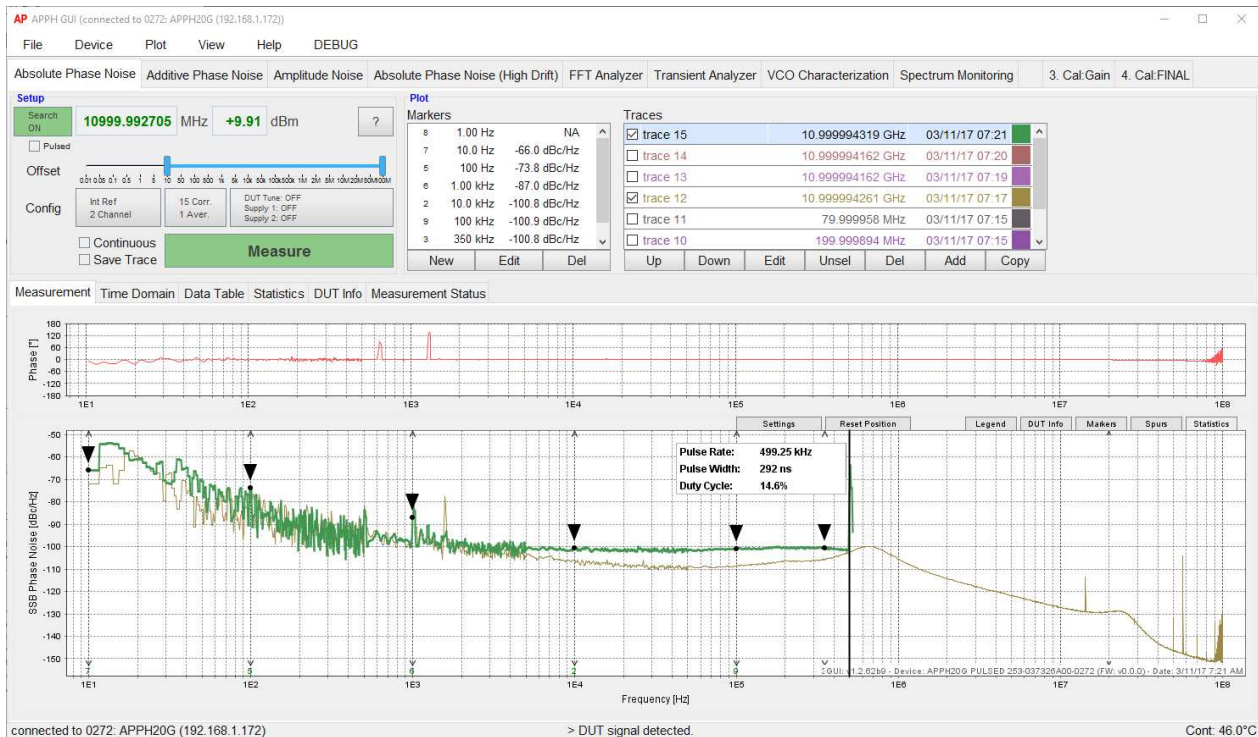
**Узкая полоса: Измерение переходных процессов Разрешение по частоте от разрешения во времени (Паразитная ЧМ, 200 кГц Полоса, без видеофильтра, тип)**

<b>Разрешение по времени</b>	1 мс	10 мс	>= 20 мс
<b>Диапазон частот</b>	<b>Разрешение по частоте [Гц]</b>		
< 200 МГц	1	0.5	0.3
< 800 МГц	1.5	0.5	0.3
< 2 ГГц	3	1	0.4
< 20 ГГц	20	10	3
> 20 ГГц	50	20	10

# Графический интерфейс (Измерения ФШ)

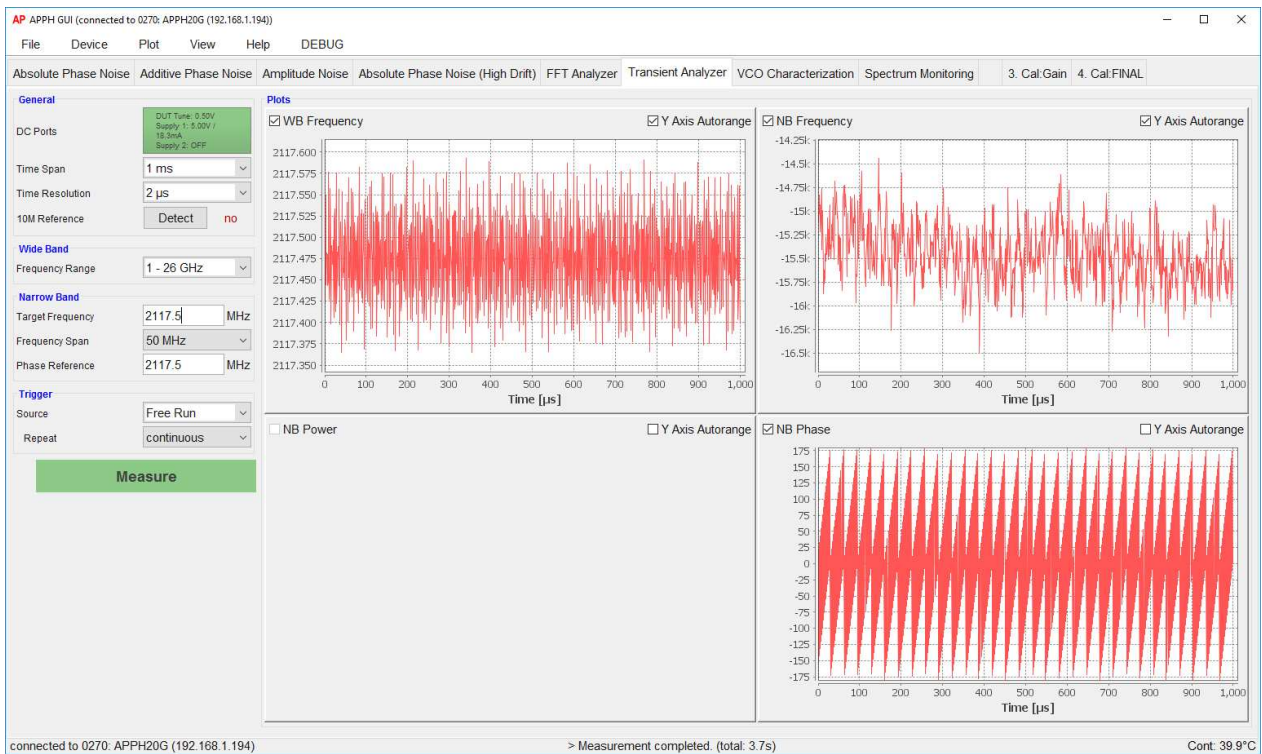


# Графический интерфейс (Измерение Фазового шума в импульсном режиме)

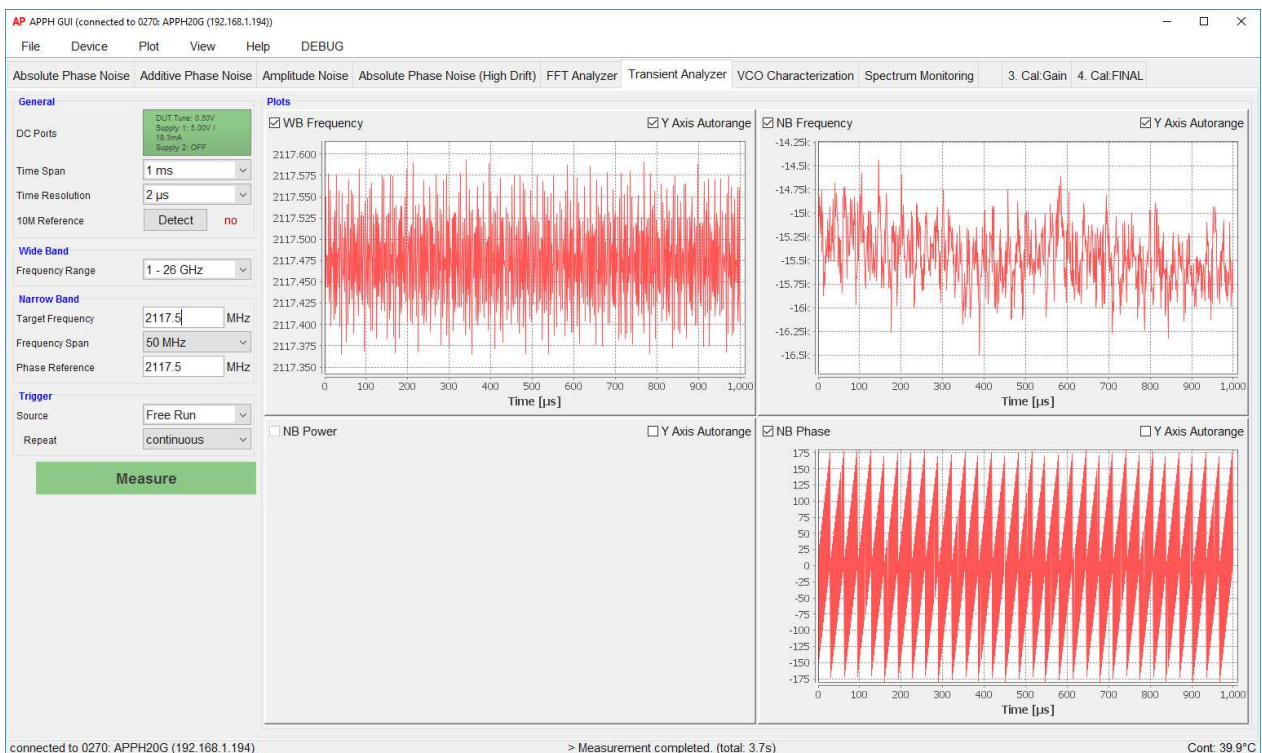




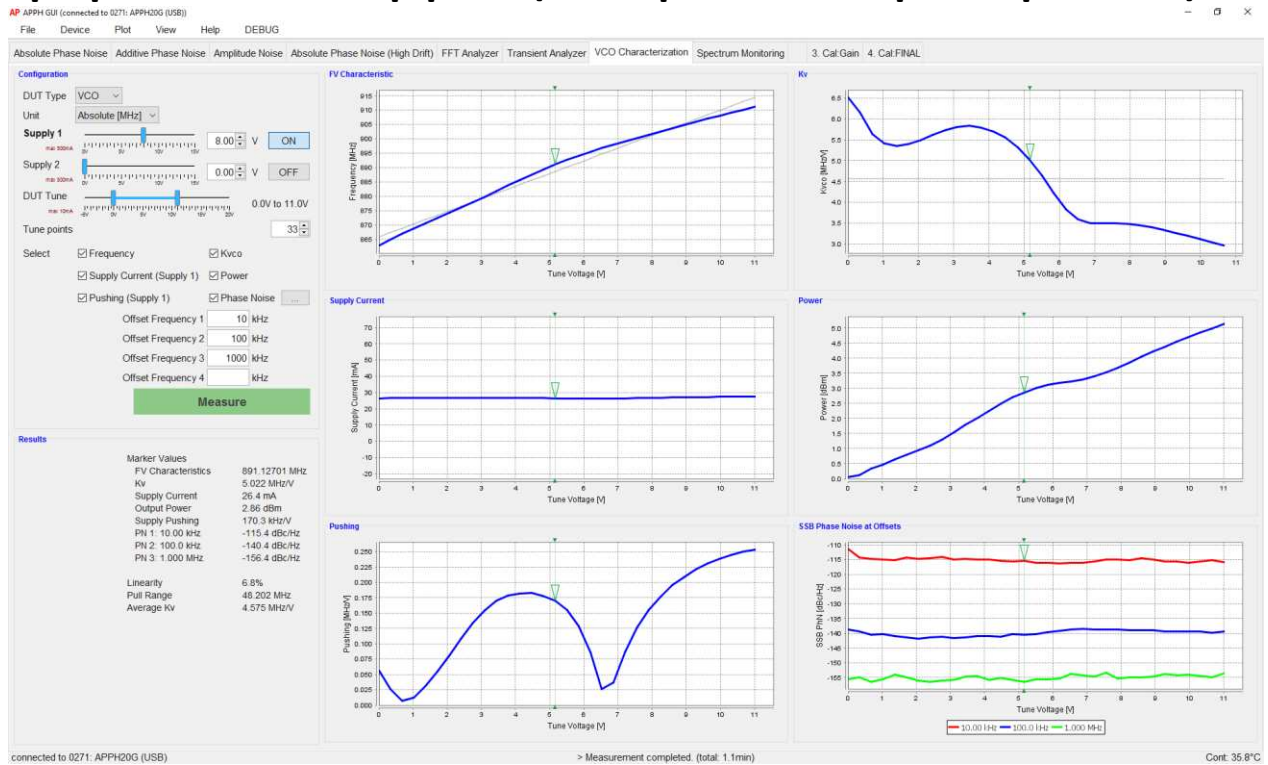
# Графический интерфейс (Анализ переходных процессов)



# Графический интерфейс (Мониторинг спектра)



# Графический интерфейс (Тестирование параметров ГУН)



## Коннекторы



1. PC Входы: RF IN, REFIN1 HIGH and LOW, REFIN2 HIGH and LOW: SMA female
2. Выходы управляющего напряжения: TUNE1, TUNE2: BNC (розетка)
3. Включения питания
4. Светодиодная подсветка: POWER, READY, REMOTE

## Коннекторы (Задняя панель)



1. Узкополосный вход (BB1, BB2): BNC (розетка)
2. Питание (SUPPLY1, SUPPLY2): BNC розетка
3. AUX входы: EXT TRIG (схронизация) 10 МГц REF IN: BNC (розетка)
4. LAN : RJ-45
5. USB 2.0
6. Вход питания (24V, 2A)

## Общие характеристики

### Интерфейсы удаленного программирования

Ethernet 100BaseT LAN interface,  
USB 2.0 host & device  
GPIB (IEEE-488.2,1987)  
Control language SCPI Version 1999.0

Напряжение питания 24 VDC; 70 W maximum

Адаптер питания в комплекте поставки: 100-240 VAC in/ 24V, 6A DC out

Рабочая температура 0 to 40 °C

Температура хранения –40 to 70 °C

Высота на уровне моря 15,000 метров

### CE notice

Безопасность/ЭМС соответствует действующим правилам и директивам по безопасности и ЭМС.

Вес ≤ 10 kg (21 lbs) net

Габариты      включая резину: 154 мм Н x 467,5 мм Ш x 342 мм L  
                  с ручкой: 154 мм Н x 520 мм Ш x 342 мм L  
                  ручка: радиус 230 мм [9 in]; может быть точен 360°

## 1. Опции

1. **GPIB:** Интерфейс программирования IEEE-488.2, 1987
2. **LN** Ультра-низкий уровень ФШ в близи к несущей
3. **PULSE:** импульсный ВЧ возможность измерения
4. **AM:** возможность измерения амплитудного шума
5. **BURST:** измерение пульсового поезда, маскирование импульсов
6. **APN:** аддитивное измерение фазового шума
7. **TRAN:** переходный анализ
8. **TCTAB.** анализ стабильности времени
9. **VCO:** Измерение параметров ГУН
10. **SPEC:** Мониторинг Спектра