



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

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора  
ФБУ «Ростест-Москва»

Е.В. Морин

«31» марта 2015 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Анализаторы спектра DSA832, DSA832A, DSA832E, DSA832Z, DSA875,  
DSA875A, DSA875E, DSA875Z

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ  
МП РТ 2266-2015

л.р. 61272-15

г. Москва  
2015

## Содержание

1 Введение.....	3
2 Операции поверки .....	3
3 Средства поверки.....	4
4 Требования к квалификации поверителей .....	4
5 Требования безопасности .....	4
6 Условия поверки.....	5
7 Подготовка к поверке.....	5
8 Проведение поверки.....	5
9 Оформление результатов поверки .....	13

## 1 Введение

1.1 Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки анализаторов спектра DSA832, DSA832A, DSA832E, DSA832Z, DSA875, DSA875A, DSA875E, DSA875Z (далее по тексту - анализаторы спектра серии DSA832 и DSA875), а также их поверки после ремонта.

1.2 Поверка анализаторов проводится аккредитованными органами метрологической службы. Интервал между поверками – 12 месяцев.

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

## 2 Операции поверки

2.1 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Методы поверки (номер пункта)	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
1	2	3	4
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
3 Определение метрологических характеристик			
3.1 Определение частотного диапазона и абсолютной погрешности измерения частоты входного синусоидального сигнала	8.3	да	да
3.2 Определение относительной погрешности установки ширины полосы пропускания по уровню минус 3 дБ	8.4	да	да
3.3 Определение абсолютной погрешности измерения и установки опорного уровня сигнала на частоте 50 МГц	8.5	да	да
3.4 Определение относительной погрешности установки опорного уровня сигнала при переключении полосы пропускания	8.6	да	да
3.5 Определение неравномерности АЧХ относительно уровня на частоте 50 МГц	8.7	да	да
3.6 Определение среднего уровня собственных шумов	8.8	да	да
3.7 Определение относительной погрешности частоты опорного генератора	8.9	да	да

2.2 В случае выявления несоответствия требованиям в ходе выполнения любой операции, указанной в таблице 1, поверяемый анализатор бракуется, поверка прекращается, и на него оформляют извещение о непригодности в соответствии с ПР 50.2.006-94.

### 3 Средства поверки

При проведении поверки анализаторов спектра серии DSA832 и DSA875 следует применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, требуемые технические и метрологические характеристики средства поверки		
	Наименование рабочих эталонов и вспомогательных средств измерений	Основные технические характеристики	
		Диапазон измерения	Класс, разряд, погрешность
8.3; 8.8	Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RR	Частота выходных сигналов 5 МГц, 10 МГц	$\pm 5 \cdot 10^{-10}$ за 1 год
8.3; 8.4; 8.5; 8.6; 8.7	Генератор сигналов СВЧ R&S SMF100A	Диапазон частот от 100 кГц до 43,5 ГГц; уровень сигнала от минус 130 дБм до плюс 30 дБм	$\pm 5 \cdot 10^{-10}$ с внешней опорной частотой за 1 год;
8.3	Генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-110	Диапазон частот от 0,01 Гц до 1,999 999 99 МГц; ослабление встроенного аттенюатора от 0 до 85 дБ (относительно 1 В)	$\pm 5 \cdot 10^{-10}$ с внешней опорной частотой за 1 год; $\pm 0.9$ дБ
8.3; 8.8	Частотомер универсальный CNT-90XL	Диапазон частот от 0,001 Гц до 40 ГГц	$\pm 5 \cdot 10^{-10}$ с внешней опорной частотой за 1 год
8.5	Преобразователь измерительный NRP-Z55	Диапазон частот: от 0 Гц до 40 ГГц от $2 \times 10^{-3}$ до $1 \times 10^2$ мВт	Аттестован по 2 разряду с $\Delta P \leq \pm 0,1$ дБ

Примечание:

- применяемые при поверке средства измерений должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке;
- допускается применение иных средств измерений, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого анализатора с требуемой точностью.

### 4 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки анализаторов спектра серии DSA832 и DSA875 допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющим опыт работы с радиотехническими установками, ознакомленный с руководством по эксплуатации и документацией по поверке и имеющие право на поверку (аттестованными в качестве поверителей по ПР 50.2.012-94).

### 5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки анализатора необходимо соблюдать «Правила

технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» и правила охраны труда.

5.2 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте, освоившие работу с анализаторами спектра серии DSA832 и DSA875 и применяемыми средствами поверки.

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

5.4 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.

## **6 Условия поверки**

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха ..... ( $25 \pm 5$ ) °C;
- относительная влажность воздуха..... не более 80 %;
- атмосферное давление ..... от 84 до 106,7 кПа  
(от 630 до 800 мм рт. ст.)

6.2 Электропитание анализаторов спектра серии DSA832 и DSA875 осуществляется от промышленной сети ( $220 \pm 22$ ) В, частотой ( $50 \pm 1$ ) Гц.

## **7 Подготовка к поверке**

7.1 Порядок установки анализаторов спектра серии DSA832 и DSA875 на рабочее место, включения, управления приведены в «Руководстве пользователя».

7.2 Убедиться в выполнении условий проведения поверки.

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

7.4 Выдержать анализатор во включенном состоянии не менее 10 минут.

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

## **8 Проведение поверки**

### **8.1 Внешний осмотр**

8.1.1 Провести визуальный контроль чистоты и целостности всех соединителей поверяемого анализатора. В случае обнаружения посторонних частиц провести чистку соединителей.

8.1.2 Проверить отсутствие механических повреждений, шумов внутри корпуса, обусловленных наличием незакрепленных деталей, следов коррозии металлических деталей и следов воздействия жидкостей или агрессивных паров, целостность лакокрасочных покрытий, сохранность маркировки и пломб.

Примечание:

- к механическим повреждениям относятся глубокие царапины, деформации на рабочих поверхностях центрального или внешнего проводников соединителей, вмятины на корпусе анализатора, а также другие повреждения, непосредственно влияющие на технические характеристики анализатора.

8.1.3 Результаты выполнения операции считать положительными, если:

- отсутствуют механические повреждения на соединителях и корпусе поверяемого анализатора;
- отсутствуют шумы внутри корпуса, обусловленные наличием незакрепленных деталей;
- отсутствуют следы коррозии металлических деталей и следы воздействия жидкостей или агрессивных паров;
- лакокрасочные покрытия не повреждены;
- маркировка, наносимая на поверяемый анализатор, разборчива;
- пломбы не нарушены.

## 8.2 Опробование

Подсоединить шнур питания к сетевому разъему на задней панели анализатора. Подсоединить вилку шнура питания к сети переменного напряжения 220 В.

Для включения анализатора необходимо нажать кнопку ON (ВКЛ.) на передней панели. При этом начинают выполняться процедуры самотестирования прибора. На дисплее анализатора отобразится версия программного обеспечения, установленного на оборудовании.

По окончании самотестирования прибора, после прогрева в течение не менее 10 минут, анализатор готов к работе.

### Процедура опробования

При опробовании на вход прибора к разъему IN на передней панели подключить сопротивление 50 Ом.

Установить на анализаторе:

- RBW равной 1 МГц – ширина полосы пропускания;
- SPAN равной 100 кГц – ширина полосы обзора;
- CENT равной 10 МГц - значение центральной частоты

Наблюдать уровень мощности собственных шумов на частоте 10 МГц.

Результаты опробования считаются удовлетворительными, если предусмотренные процедуры опробования успешно выполняются.

### Определение метрологических характеристик

## 8.3 Определение частотного диапазона и абсолютной погрешности измерения частоты входного синусоидального сигнала.

Выполнить соединение приборов в соответствии с рисунком 1.

Подать сигнал 10 MHz от рубидиевого стандарта частоты GPS-12RR на вход внешнего источника опорного сигнала генераторов сигналов R&S SMF 100A (ГЗ-110), и на вход внешнего источника опорного сигнала EXT REF частотомера универсального CNT-90 XL.

Установить с выхода генератора сигналов R&S SMF 100A сигнал с частотой и уровнем в соответствии с таблицей 4.

Частоту сигнала контролировать частотомером CNT-90 XL.

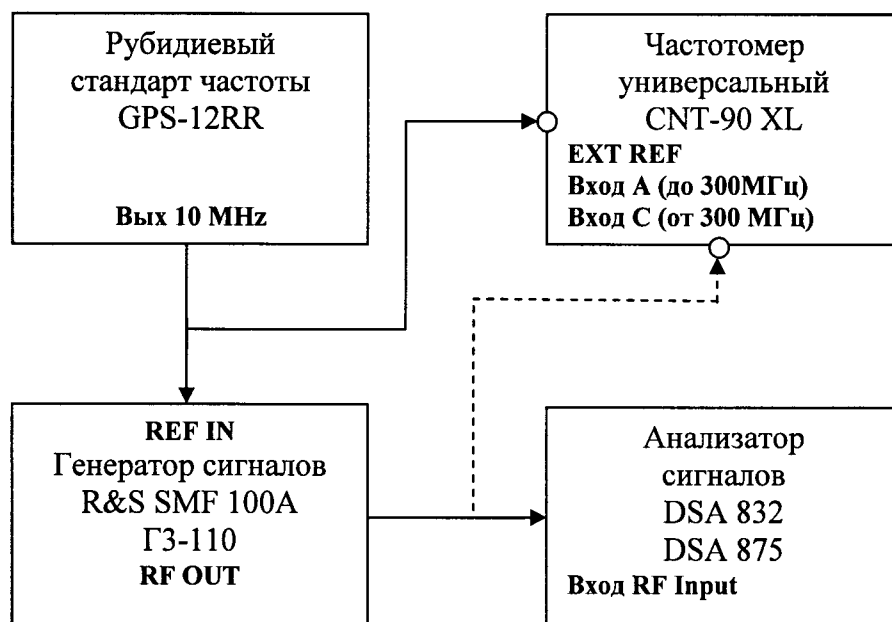


Рисунок 1

Сигнальный кабель с выхода генератора сигналов R&S SMF 100A (ГЗ-110) подключить на вход «RF Input» анализаторов спектра серии DSA832 и DSA875.

Подготовить анализаторы спектра серии DSA832 и DSA875 для работы в режиме измерения частоты.

Установить настройки анализатора в соответствии с «Руководством пользователя».

Выполнить измерения, устанавливая параметры входного сигнала в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3

Частота, $F_{вх}$ , (уровень входного сигнала: -50 дБм)	Измеряемые параметры анализаторов спектра серии DSA832 и DSA875		Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm \Delta F_{доп}$
	Измеренное значение частоты, $F_{изм}$ , кГц	Действительное значение абс. погрешности , $\Delta F = F_{изм} - F_{вх}$	
SPAN = 200 кГц (полоса обзора); RBW = 1 кГц			
9 кГц			
100 кГц			
1 МГц			
10 МГц			
100 МГц			
SPAN = 20 МГц (полоса обзора); RBW = 100 кГц			
100 МГц			
3200 МГц			
7500 МГц			
SPAN = 200 МГц (полоса обзора); RBW = 100 кГц			
1000 МГц			

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если измеренные значения частоты не превышают пределов допускаемой абсолютной погрешности, приведенной в документе «Анализаторы спектра серии DSA832 и DSA875. Руководство пользователя».

Диапазон рабочих частот определить, устанавливая на генераторах и измеряя на анализаторе частоты:

- для серии DSA 832 от 9 кГц до 3,2 ГГц;
- для серии DSA 875 от 9 кГц до 7,5 ГГц.

Результаты поверки считать положительными, если диапазон рабочих частот анализатора составляет:

- для серии DSA 832 от 9 кГц до 3,2 ГГц;
- для серии DSA 875 от 9 кГц до 7,5 ГГц.

#### **8.4 Определение относительной погрешности установки ширины полосы пропускания по уровню минус 3 дБ**

Погрешность установки ширины полосы пропускания определить при помощи генератора SMF100A.

Выход внешней опорной частоты генератора соединить с входом внешней опорной частоты анализатора.

Установить выходной уровень сигнала генератора минус 10 дБм ,частоту выходного сигнала 100 МГц.

Установить центральную частоту анализатора 100 МГц, опорный уровень минус 0 дБ/мВт, настройки опорного генератора – внешний.

Устанавливать полосу пропускания от 10 Гц до 1 МГц с шагом 1-3-10.

Устанавливать значение полосы обзора = 3 x RBW, где RBW (полоса пропускания). Включить маркер для определения ширины полосы пропускания по уровню минус 3 дБ. При помощи маркера определить действительные значения полос пропускания.

Таблица 4

BW, кГц	Допустимые значения погрешности, %	Действительные значения погрешности, %
0,01	±5	
0,03		
0,1		
0,3		
1		
3		
10		
30		
100		
300		
1000	±10	

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если действительные значения ширины полосы пропускания отличаются от установленных не более, чем на ±5 % для полос пропускания до 1 МГц, не более, чем на ±10 % для полос пропускания более 1 МГц.

#### **8.5 Определение абсолютной погрешности измерения и установки опорного уровня сигнала на частоте 50 МГц**

Определение абсолютной погрешности измерения уровня на частоте 50 МГц провести с помощью генератора SMF100A и преобразователя измерительного NRP-Z55 по схеме, представленной на рис. 2.



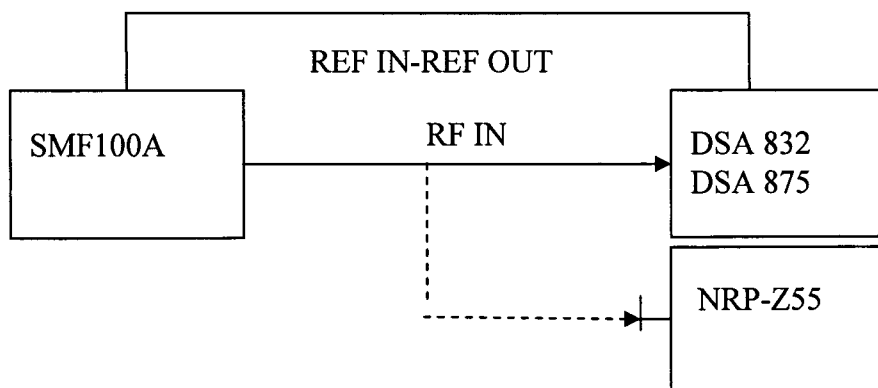


Рисунок 2

Генератор откалибровать по мощности на частоте 50 МГц, подключив преобразователь измерительный NRP-Z55 к концу ВЧ кабеля, используемого затем для соединения выхода генератора и входа анализатора.

Подключить анализатор к генератору ВЧ кабелем. На генераторе установить частоту 50 МГц, уровень  $L_{\text{powermeter}} = 0$  дБ относительно 1 мВт.

Выполнить следующие установки на анализаторе:

- [ FREQ : 50 MHz ]
- [ AMPT: 0 dBm ]
- [ SPAN : 10 kHz ]
- [ BW : MANUAL RBW : 1 kHz ]
- [ TRACE : DETECTOR : RMS ]
- [ SWEEP : Manual SWP Time : 5s ]
- [ MKR > : Set to Peak ]

Зафиксировать результат измерения уровня по показанию маркера анализатора спектра L. Вычислить погрешность измерения по формуле:

$$\Delta_{50\text{МГц}} = L - L_{\text{powermeter}}$$

Повторить измерения при откалиброванных по преобразователю уровнях генератора: -10 и 10 дБ относительно 1 мВт и опорных уровнях анализатора:

- [AMPT: -10 dBm] и [AMPT: 10 dBm].

Вычислить погрешность установки опорного уровня по формуле:

$$\Delta_{\text{оп}} = \Delta_{50\text{МГц}} - \Delta_{50\text{МГц}(0\text{dBm})},$$

где:

$\Delta_{50\text{МГц}(0\text{dBm})}$  – погрешность измерения уровня на частоте 50 МГц для опорного уровня 0 дБ относительно 1 мВт.

Результаты поверки по данной операции считать удовлетворительными, если значение погрешности измерения уровня на частоте 50 МГц не превышает  $\pm 0,3$  дБ, значение погрешности установки опорного уровня не превышает  $\pm 0,1$  дБ.

## 8.6 Определение относительной погрешности установки опорного уровня сигнала при переключении полосы пропускания

Определение погрешности установки уровня при переключении полосы пропускания определить при помощи генератора SMF100A.

На генераторе установить частоту 100 МГц, уровень -10 дБ относительно 1 мВт.  
На анализаторе установить:

- [ FREQ : 100 MHz ]
- [ SPAN : 50 kHz ]
- [ BW : MANUAL RBW : 10 kHz ]
- [ BW : MANUAL VIDEO BW : 100 Hz ]
- [ TRACE : DETECTOR : RMS ]
- [ AMPT: RF Att Amp / Imp: RF attenuation Man: 0 dB ]
- [ AMPT: Ref Level: -10 dBm ]
- [ MKR-> : SET TO PEAK ]

Зафиксировать показания маркера  $L_{10\text{кГц}}$ .

Устанавливая все возможные значения полос пропускания, и фиксируя показания маркера по уровню  $L_{\text{RBW}}$  для каждой полосы пропускания, рассчитать абсолютную погрешность измерения уровня при переключении полосы пропускания относительно полосы пропускания 10 кГц по формуле:

$$\Delta L = L_{10\text{кГц}} - L_{\text{RBW}}.$$

Результаты поверки по данной операции считать удовлетворительными, если действительные значения погрешности измерения уровня при переключении полосы пропускания относительно полосы пропускания 10 кГц находятся в пределах  $\pm 0,1$  дБ.

### 8.7 Определение неравномерности АЧХ относительно уровня на частоте 50 МГц

Неравномерности АЧХ относительно уровня на частоте 50 МГц определить при помощи генератора SMF100A.

С выхода генератора подать сигнал частотой 50 МГц с амплитудой минус 10 дБм.  
Установить на анализаторе:

FREQ → 50 МГц  
SPAN → 100 кГц  
REF → 0 dBm  
RBW → 10 кГц  
VBW → 3 кГц

Нажать кнопку MKR, выбрать режим MARKER NORM → PEAK SEARCH

Настроить уровень сигнала с генератора таким образом, чтобы значение маркера частоты находилось в пределах минус  $10 \pm 0,10$  дБм.

В таблицу 5 внести значение уровня  $P_{A100}$ , измеренного анализатором на частоте 50 МГц.

Выполните следующие действия:

- настроить генератор на значение частоты, указанной в таблице 5 («Центральная частота»);
- настроить центральную частоту анализатора, нажать кнопку PEAK SEARCH;
- уровень  $P_A$ , измеренный анализатором записать в таблицу 5.

Рассчитать величину неравномерности АЧХ  $\Delta_{\text{АЧХ}}$  по приведенной ниже формуле и записать результат в таблицу 5.

$$\Delta_{\text{АЧХ}} = P_A - P_{A50}$$

Таблица 5

Центральная частота	Уровень сигнала измеренный анализатором, $P_A$ , дБм	Отклонение уровней сигналов относительно уровня на частоте 50 МГц, дБм, $P_A - P_{A50}$	Допускаемая неравномерность АЧХ, дБ
0,1 МГц			
1 МГц			
10 МГц			
50 МГц			
1000 МГц			
2000 МГц			
3200 МГц			
5000 МГц			
7500 МГц			

Результаты поверки по данной операции считать удовлетворительными, если действительные значения неравномерности АЧХ не превышают пределов допускаемой неравномерности, указанных в таблице 6.

Таблица 6

Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно уровня на частоте 50 МГц в диапазоне частот, дБ, не более:	
предусилитель ВЫКЛ.	
от 100 кГц до 3,2 ГГц	±0,5
от 3,2 ГГц до 7,5 ГГц	±0,7
предусилитель ВКЛ.	
от 100 кГц до 3,2 ГГц	±0,7
от 3,2 ГГц до 7,5 ГГц	±0,9

### 8.7 Определение среднего уровня собственных шумов

Определение среднего уровня собственных шумов анализатора осуществить измерением их уровня на дисплее в отсутствии входной мощности. Для этого к входу «RF Input» анализатора подключить согласованную нагрузку 50 Ом и выполнить установки на анализаторе:

- [ PRESET ]
- [ SPAN :Zero Span ]
- [ BW: Manual RBW : 1 kHz ]
- [ BW: Manual VBW : 10 Hz ]
- [ SWEEP : Manual SWP Time : 600ms]
- [ TRACE : Trace Mode: Average 12]
- [ TRACE : DETECTOR : SAMPLE ]
- [ AMPT : - 40 dBm ]
- [ FREQ : {fn} ]
- [ MKR >: SET TO PEAK ]

Частоту {физм} установить из ряда 0,1 МГц, 1 МГц, 11 МГц, 500 МГц 1 ГГц и далее с шагом 1 ГГц до верхнего значения частоты анализатора.

Считать показания маркера для всех частот. Затем повторить измерения, включив предусилитель для чего на анализаторе установить:

- [ AMPT: RF Att Amp / Imp: RF attenuation Man: PREAMP : ON]

Результаты поверки по данной операции считать удовлетворительными, если действительные значения уровня шума не превышают допустимых значений, приведенных в таблице 7.

Таблица 7

Значения среднего уровня собственных шумов, приведённый к полосе пропускания 1 Гц, дБм	
предусилитель ВЫКЛ. от 100 кГц до 3,2 ГГц от 3,2 ГГц до 6,0 ГГц от 6,0 ГГц до 7,5 ГГц	минус 140 минус 136 минус 131
предусилитель ВКЛ. от 100 кГц до 3,2 ГГц от 3,2 ГГц до 6,0 ГГц от 6,0 ГГц до 7,5 ГГц	минус 157 минус 153 минус 148

## 8.8 Определение относительной погрешности частоты опорного генератора

Выполнить соединение приборов в соответствии с рисунком 3.

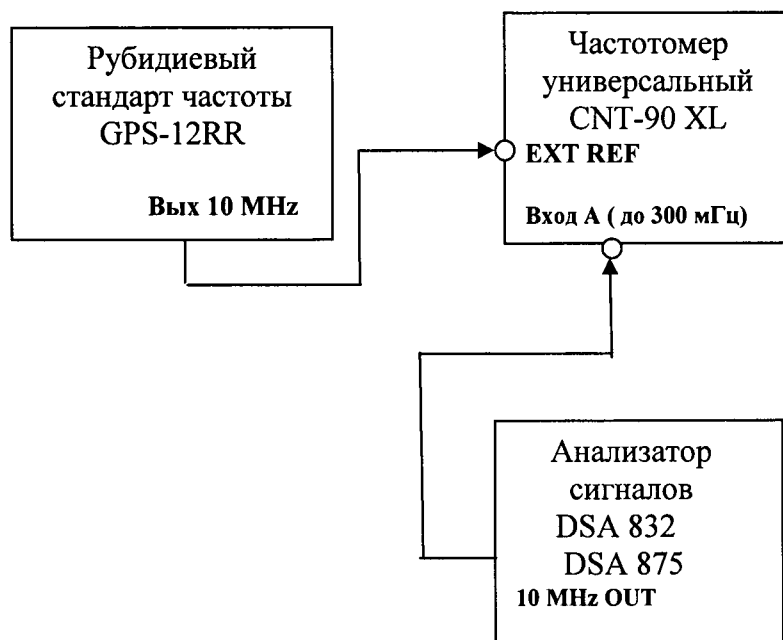


Рисунок 3

Измерить частотомером универсальным CNT-90 XL частоту опорного генератора анализатора, установив на анализаторе режим REAL TIME.

$$F_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{ki}}{n} \quad (1)$$

Записать не менее 10 последовательных показаний частотомера и найти их среднее арифметическое значение по формуле 1.

где

$f_{ki}$  - значение частоты в единичном измерении;

$n$  – число проведенных единичных измерений.

Определить абсолютную погрешность при измерении частоты по формуле 2.

$$\Delta F = F_{\text{ср}} - F_{\text{н}} \quad (2)$$

где

$F_{\text{ср}}$  – среднее значение частоты, измеренное анализатором;

$F_{\text{н}}$  – номинальное значение частоты.

Определить относительную погрешность опорной частоты по формуле 3.

$$\delta f = \Delta F / F_{\text{н}} \quad (3)$$

Результаты измерений занести в таблицу 8.

Таблица 8

№ измерения	Значение частоты в единичном измерении $f_{ki}$ , МГц		
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
	Среднее значение частоты $F_{\text{ср}}$ , МГц		Пределы допускаемой относительной погрешности опорной частоты
	$\Delta F = F_{\text{ср}} - F_{\text{н}}$ , МГц		
	$\delta f = \Delta F / F_{\text{н}}$		$\pm 5 \cdot 10^{-7}$

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если относительная погрешность частоты опорного генератора анализатора не превышает величин  $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ .

## 9 Оформление результатов поверки

При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006-94.

При отрицательных результатах поверки оформляют извещение о непригодности по ПР 50.2.006-94, результаты предыдущей поверки аннулируются (аннулируется свидетельство о поверке).