

**УТВЕРЖДАЮ**  
Первый заместитель генерального  
директора-заместитель по научной работе  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.Н. Щипунов



## **Инструкция**

**Преобразователи измерительные ваттметров поглощаемой мощности  
N1921A, N1922A, N1923A, N1924A**

**Методика поверки**

**651-19-20 МП**

г.п. Менделеево  
2019 г.

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. Общие сведения .....	3
2. Операции поверки .....	3
3. Средства поверки.....	3
4. Требования к квалификации поверителей .....	4
5. Требования безопасности .....	5
6. Условия поверки.....	5
7. Подготовка к поверке.....	5
8. Проведение поверки.....	5
9. Оформление результатов поверки .....	11

## 1 Общие сведения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи измерительные N1921A, N1922A, N1923A, N1924A (далее – преобразователи измерительные) и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками - 1 год.

## 2 Операции поверки

2.1 При поверке преобразователей измерительных выполнить работы в объеме, указанном в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
3 Определение КСВН входа	8.3	да	да
4 Определение относительной погрешности коэффициента калибровки	8.4	да	да
5 Определение времени нарастания переходной характеристики	8.5	да	да

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и прибор бракуется.

2.3 Для преобразователей измерителей предусматривается возможность проведения поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений.

## 3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки использовать средства измерений и вспомогательное оборудование, представленные в таблице 2.

Таблица 2

№ пунктов методики поверки	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.3	Анализатор цепей векторный N5224A (рег. №73761-18): диапазон рабочих частот от 0,01 до 43,5 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения в диапазоне частот до 2 ГГц $\pm 0,04$ , в диапазоне частот до 20 ГГц $\pm 0,03$ , в диапазоне частот до 40 ГГц $\pm 0,03$ , в диапазоне частот до 43,5 ГГц $\pm 0,045$ .



8.1, 8.3	Набор мер коэффициентов передачи и отражения 85054В для измерительных преобразователей N1921А и N1923А или набор мер 85056А для измерительных преобразователей N1922А и N1924А (рег. № 53566-13): пределы допускаемой погрешности определения действительных значений модуля коэффициента отражения от $\pm 0,8$ до $\pm 1,4$ %, пределы допускаемой погрешности определения фазы коэффициента отражения от $0,5$ до $1,5^\circ$ , пределы допускаемой погрешности определения коэффициента передачи от $\pm 0,03$ до $\pm 0,1$ дБ, пределы допускаемой погрешности определения фазы коэффициента передачи от $\pm 0,3$ до $\pm 2^\circ$
8.4	Ваттметр поглощаемой мощности М3-22А (рег. № 8749-82): с преобразователями измерительными аттестованными в качестве рабочего эталона при значении поглощаемой мощности 1 -10 мВт в диапазоне частот от 0,05 до 10 ГГц с погрешностью аттестации по коэффициенту калибровки не более 2%, в диапазоне частот от 10 до 18 ГГц с погрешностью аттестации по коэффициенту калибровки не более 2,5 %, в диапазоне частот от 18 до 40 ГГц с погрешностью аттестации по коэффициенту калибровки не более 3 %
8.2, 8.4 – 8.5	Генератор сигналов E8257D с опц. 540 и UNU (рег. № 74333-19), диапазон рабочих частот от 250 кГц до 40 ГГц, диапазон установки уровня выходного сигнала от минус 20 до 11 дБ исх. 1 мВт, минимальная ширина импульсного модулирующего сигнала при включенной АРУ 1 нс
8.5	Генератор импульсов и кодовых последовательностей сигналов 81134А (рег. № 55421-13), диапазон установки периода (Т) от 298,5 пс до 66,6 нс, длительность импульса от 100 пс до (Т - 100) пс, разрешающая способность установки длительности импульса 1 пс, время нарастания / спада (от 10 до 90 %) не более 90 пс;
8.5	Осциллограф цифровой DSO9404А (рег. № 62724-15): полоса пропускания не менее 1 ГГц, пределы допускаемого значения погрешности коэффициента отклонения $\pm 2\%$ , пределы допускаемой относительной погрешности установки коэффициента развертки $\pm 0,9 \cdot 10^{-6}$
8.2, 8.4 – 8.5	Блок измерительный ваттметра поглощаемой мощности N1912А для преобразователей измерительных N1921А и N1922А
8.2, 8.4 – 8.5	Блок измерительный ваттметра пиковой мощности 8990В для измерительных преобразователей N1923А и N1924А
8.4	Делитель мощности 11667А: рабочий диапазон частот от 0 до 18 ГГц, вносимое ослабление 7 дБ, пределы допускаемой погрешности деления входного сигнала не более $\pm 0,25$ дБ, для преобразователей измерительных N1921А и N1923А
8.4	Делитель мощности 11667С: рабочий диапазон частот от 0 до 50 ГГц, вносимое ослабление 8,5 дБ, пределы допускаемой погрешности деления входного сигнала не более $\pm 0,4$ дБ, для преобразователей измерительных N1922А и N1924А

3.2 Допускается использование других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих метрологические и технические характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в таблице 2.

3.3 Применяемые средства поверки должны быть утверждённого типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке (отметки в формулярах или паспортах).

#### 4 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки преобразователей измерительных допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим образованием, ознакомленный с

руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке, допущенный к работе с электроустановками и имеющие право на поверку (аттестованными в качестве поверителей).

## 5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

5.2 К работе с преобразователями измерительными допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94, ГОСТ Р 51350-99, инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

5.3 При проведении поверки необходимо принять меры защиты от статического напряжения, использовать антистатические заземленные браслеты и заземлённую оснастку. Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности антистатических защитных устройств.

## 6 Условия поверки

Поверку проводить при следующих условиях:

- |                                       |                |
|---------------------------------------|----------------|
| - температура окружающего воздуха, °С | 23 ± 5*;       |
| - относительная влажность воздуха, %  | от 5 до 70;    |
| - атмосферное давление, мм рт. ст.    | от 626 до 795; |
| - напряжение питания, В               | от 100 до 250; |
| - частота, Гц                         | от 50 до 60.   |

\*температура выбирается в соответствии с руководствами по эксплуатации средств поверки. Все средства измерений, используемые при поверке преобразователей измерительных, должны работать в нормальных условиях эксплуатации.

## 7 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выполнить операции, оговоренные в документации изготовителя на поверяемый преобразователь измерительный по его подготовке к работе;
- выполнить операции, оговоренные в РЭ на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить прогрев приборов для установления их рабочих режимов.

## 8 Проведение поверки

### 8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра проверить:

- соответствие измерительных преобразователей требованиям руководства по эксплуатации;
- отсутствие механических повреждений и ослабления элементов конструкции, четкость фиксации их положения, четкость обозначений, количество, чистоту и исправность разъема, наличие и целостность печатей и пломб;
- соответствие присоединительных размеров коаксиального соединителя входа преобразователя измерительного размерам, указанным в ГОСТ 13317 и IEEE Std 287™-2007 с использованием комплекта устройств для определения геометрических размеров коаксиальных соединителей из состава наборов мер 85054В для соединителей N-типа или 85056А для соединителей I-типа (тракт 2,4 мм). Типы коаксиальных соединителей преобразователей измерительных приведены в таблице 3.



Таблица 3

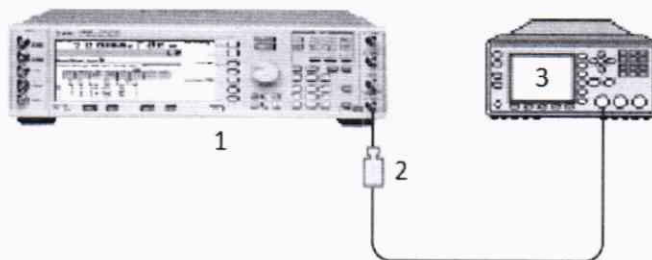
Тип измерительного преобразователя	N1921A	N1922A	N1923A	N1924A
Тип коаксиального соединителя по ГОСТ 13317-89 и IEEE Std 287™-	N-тип	I тип (тракт 2,4 мм)	N-тип	I тип (тракт 2,4 мм)

8.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если внешний вид преобразователя измерительного соответствует перечисленным в п. 8.1.1 требованиям.

## 8.2 Опробование

8.2.1 Подключить преобразователь измерительный N1921A (или N1922A) к блоку измерительному N1912A, преобразователь измерительный N1923A (или N1924A) - к блоку измерительному 8990B.

8.2.2 При поверке преобразователей измерительных N1921A и N1922A собрать схему, приведенную на рисунке 1, преобразователей измерительных N1923A и N1924A – схему, приведенную на рисунке 2.

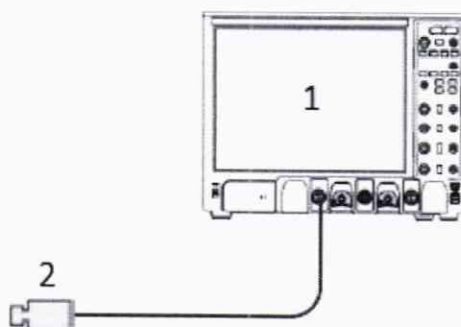


1 – генератор сигналов E8257D,

2 – поверяемый преобразователь измерительный,

3 – блок измерительный ваттметра поглощаемой мощности N1912A

Рисунок 1 – Схема соединений при установке нуля преобразователей измерительных N1921A и N1922A



1 – блок измерительный ваттметра пиковой мощности 8990B,

2 – поверяемый преобразователь измерительный.

Рисунок 2 – Схема соединений при установке нуля преобразователей измерительных N1923A и N1924A

8.2.3 Прогреть средства измерений в течение 1 часа.

8.2.4 Проверить возможность установки нуля. При поверке преобразователей измерительных N1921A и N1922A:

– установить частоту сигнала генератора 50 МГц, мощность – 1 мВт (0 дБ исх. 1 мВт);

– выполнить установку нуля, не отключая сигнал генератора;  
– отключить сигнал генератора (нажать клавишу «RF On/Off» на передней панели генератора, убедиться, что на экране генератора отображается надпись «RF OFF»);

– выполнить калибровку преобразователя измерительного согласно РЭ блока измерительного и РЭ преобразователя. При калибровке преобразователей измерительных с коаксиальным соединителем I типа рекомендуется использовать переходник 11903D или 08487-60001;

– установить единицу измерения мощности поверяемым измерительным преобразователем – ватт согласно РЭ блока измерительного.

– измерить значение мощности P1;

– выполнить установку нуля согласно РЭ блока измерительного;

– измерить значение мощности P2;

– результаты поверки преобразователей измерительных N1921A и N1922A по п. 8.2.4 считать положительными, если значения мощности P1 и P2 не превосходят 200 нВт.

При поверке преобразователей измерительных N1923A и N1924A выполнить действия:

– установить единицу измерения мощности поверяемым преобразователем измерительным – ватт согласно РЭ блока измерительного;

– подключить вход преобразователя измерительного к входу калибратора на блоке измерительном;

– включить сигнал калибратора блока измерительного согласно РЭ блока измерительного;

– выполнить установку нуля и калибровку преобразователя измерительного на частоте 50 МГц согласно РЭ блока измерительного. При калибровке преобразователей измерительных с коаксиальным соединителем I типа рекомендуется использовать переходник 11903D или 08487-60001;

– отключить сигнал калибратора согласно РЭ блока измерительного;

– измерить значение мощности P1;

– выполнить установку нуля согласно РЭ блока измерительного;

– измерить значение мощности P2;

– выполнить установку нуля и калибровку измерительного преобразователя на частоте 1,05 ГГц согласно РЭ блока измерительного;

– отключить сигнал калибратора согласно РЭ блока измерительного;

– измерить значение мощности P3;

– выполнить установку нуля согласно РЭ блока измерительного;

– измерить значение мощности P4;

– результаты поверки преобразователей измерительных N1923A и N1924A по п. 8.2.4 считать положительными, если значение мощности P1 не превосходит 550 нВт, значения мощности P2, P3 и P4 не превосходят 200 нВт.

8.2.5 Результаты опробования считать положительными, если при подключении преобразователя измерительного отсутствуют сообщения о неисправности, установка нуля и калибровка преобразователя измерительного проведены успешно (отсутствуют сообщения о неисправности, выполнены условия п. 8.2.4).

### 8.3 Определение КСВН входа

8.3.1 Провести калибровку анализатора цепей векторного в диапазоне частот от 0,05 до 18 ГГц с использованием набора мер коэффициентов передачи и отражения 85054В при поверке преобразователей измерительных N1921A или N1923A и в диапазоне частот от 0,05 до 40 ГГц с использованием набора мер коэффициентов передачи и отражения 85056А при поверке преобразователей измерительных N1922A или N1924A согласно РЭ анализатора.



8.3.2 Перевести анализатор в режим измерений коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН) согласно РЭ анализатора.

8.3.3 Провести измерения КСВН входа преобразователя измерительного.

8.3.4 Результаты поверки считать удовлетворительными, если измеренные значения не превышают указанных в таблице 4.

Таблица 4

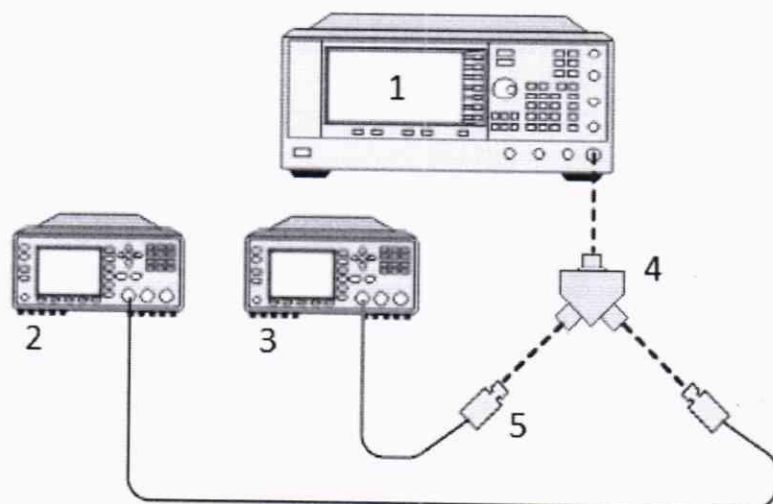
Наименование характеристики	Значение характеристики			
	N1921A	N1922A	N1923A	N1924A
Тип преобразователя измерительного				
Предельно допускаемое значение КСВН входа преобразователя измерительного в диапазоне частот от 50 МГц до 10 ГГц	1,20	1,20	1,20	1,20
от 10 ГГц до 18 ГГц	1,26	1,26	1,26	1,26
от 18 ГГц до 26,5 ГГц	-	1,30	-	1,30
от 26,5 ГГц до 40 ГГц	-	1,50	-	1,50

8.4 Определение относительной погрешности коэффициента калибровки

8.4.1 Подключить преобразователь измерительный N1921A (или N1922A) к блоку измерительному N1912A, преобразователь измерительный N1923A (или N1924A) - к блоку измерительному 8990В.

8.4.2 Провести установку нуля и калибровку преобразователя измерительного согласно РЭ блока измерительного.

8.4.3 Определение относительной погрешности коэффициента калибровки проводить по схеме, приведенной на рисунке 3.



- 1 – генератор сигналов E8257D,  
 2 – ваттметр поглощаемой мощности, аттестованный в качестве рабочего эталона,  
 3 – блок измерительный (см. п. 4.6.1),  
 4 – делитель мощности,  
 5 – поверяемый преобразователь измерительный.

Рисунок 3 – Схема определения относительной погрешности коэффициента калибровки

При поверке преобразователей измерительных с N-типом коаксиального соединителя использовать делитель мощности 11667А. При поверке преобразователей измерительных с I



типом коаксиального соединителя (тракт 2,4 мм) – 11667С. Также вместо образцового преобразователя мощности и аттестованного делителя мощности допускается использовать калибратор СВЧ мощности соответствующего частотного диапазона.

8.4.4 На генераторе сигналов E8257D установить частоту сигнала 50 МГц. Установить мощность сигнала на выходе делителя мощности 1 мВт (0 дБ исх. 1 мВт) (значение мощности контролировать при помощи ваттметра, аттестованного в качестве рабочего эталона).

8.4.5 Измерить мощности сигналов на выходах делителя  $P_1$  при помощи поверяемого измерительного преобразователя и  $P_1^{эт}$  при помощи рабочего эталона поглощаемой мощности. Результаты измерений занести в таблицу 5.

Таблица 5

Частота сигнала	$P_1$	$P_1^{эт}$	$P_2$	$P_2^{эт}$	Относительная погрешность коэффициента калибровки $\delta$	Пределы допускаемой относительной погрешности	
						N1921A, N1923A	N1922A, N1924A
50 МГц						±4,5 %	±4,3 %
100 МГц						±4,5 %	±4,3 %
500 МГц						±4,0 %	±4,2 %
800 МГц						±4,0 %	±4,2 %
1 ГГц						±4,0 %	±4,2 %
5 ГГц						±4,0 %	±4,4 %
10 ГГц						±4,0 %	±4,4 %
15 ГГц						±5,0 %	±4,7 %
18 ГГц						±5,0 %	±4,7 %
20 ГГц						-	±5,9 %
26,5 ГГц						-	±5,9 %
30 ГГц						-	±6,0 %
40 ГГц						-	±6,0 %

8.4.6 Отсоединить поверяемый и эталонный преобразователи измерительные от делителя мощности и подключить снова, поменяв местами.

8.4.7 Измерить значение мощности сигналов на выходах делителя при помощи поверяемого преобразователя измерительного согласно РЭ блока измерительного  $P_2$  и  $P_2^{эт}$  при помощи рабочего эталона поглощаемой мощности. Результаты измерений занести в таблицу.

8.4.8 Повторить измерения по п.п. 8.4.3 – 8.4.7 для указанных в таблице 4 частот, для преобразователей измерительных с N-типом коаксиального соединителя измерения проводить на частотах до 18 ГГц включительно.

8.4.9 Рассчитать относительную погрешность коэффициента калибровки по формуле (1):

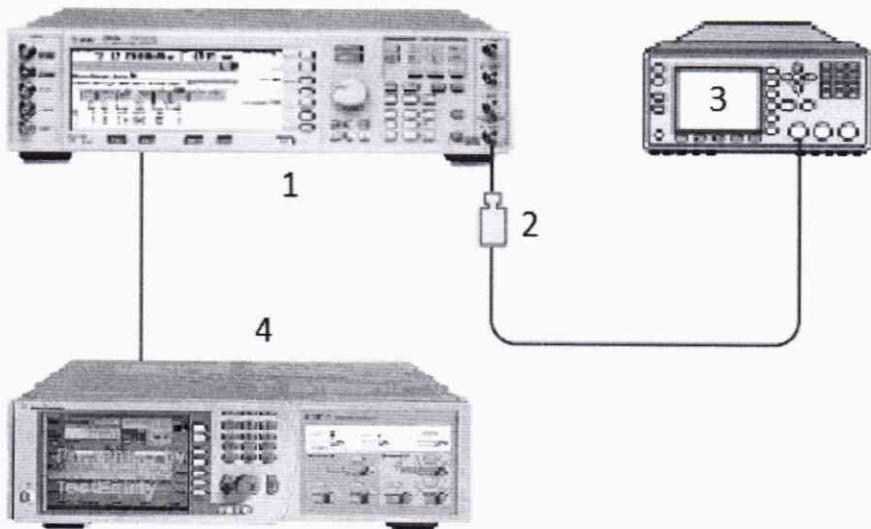
$$\delta = 100\% \cdot \exp\left[0,05 \cdot (P_1 + P_2 - P_1^{эм} - P_2^{эм})\right] / 1\text{мВт}. \quad (1)$$

8.4.10 Результаты поверки считать удовлетворительными, если рассчитанные значения относительной погрешности коэффициента калибровки находятся в указанных в таблице 5 пределах.

## 8.5 Определение времени нарастания переходной характеристики

8.5.1 Определять время нарастания переходной характеристики для преобразователей измерительных N1923A и N1924A. В качестве блока измерительного использовать 8990В.

8.5.2 Определение времени нарастания переходной характеристики измерительного преобразователя по схеме, приведенной на рисунке 4.



- 1 – генератор сигналов E8257D,  
 2 – поверяемый преобразователь измерительный,  
 3 – блок измерительный,  
 4 – генератор импульсов 81134А

Рисунок 4 – Схема определения времени нарастания переходной характеристики

Схема соединений генераторов 81134А и E8257D при работе последнего в режиме импульсной модуляции внешним сигналом приведена в РЭ генератора сигналов, а также в технической документации фирмы-производителя.

8.5.3 Включить генератор сигналов E8257D, генератор импульсов 81134А, осциллограф цифровой DSO9404А и блок измерительный. Прогреть аппаратуру в течение часа.

8.5.4 Убедиться в соответствии характеристик средств измерений требуемым для измерений времени нарастания переходной характеристики. Для этого измерить длительность фронта импульсов, подаваемых с генератора E8257D в режиме внешней импульсной модуляции генератором 81134А:

8.5.4.1 Установить генератор в режим внешней импульсной модуляции сигналом согласно РЭ генератора. Настроить параметры модулируемого сигнала: мощность сигнала 10 дБ исх. 1 мВт, частота выходного сигнала – 1 ГГц.

8.5.4.2 Установить характеристики модулирующего импульсного сигнала генератора 81134А: период следования модулирующих импульсов – 0,2 мкс, уровень сигнала - ТТЛ.

Подсоединить осциллограф цифровой DSO9404А выходу генератора сигналов E8257D. Измерив при помощи осциллографа время нарастания переднего фронта радиоимпульса генератора, убедиться, что измеренное значение составляет не более 2 нс.

8.5.5 Измерить время нарастания переходной характеристики при помощи блока измерительного (согласно РЭ). Результат измерений занести в таблицу 6.

Таблица 6

Режим работы преобразователя измерительного	Измеренное значение времени нарастания переходной характеристики, нс	Предельно допускаемое значение времени нарастания переходной характеристики
Отключен режим регулировки полосы пропускания (режим «Off»)		5,5 нс
Полоса пропускания: режим («Low»)		60 нс



Режим работы преобразователя измерительного	Измеренное значение времени нарастания переходной характеристики, нс	Предельно допускаемое значение времени нарастания переходной характеристики
Полоса пропускания: режим («Medium»)		25 нс
Полоса пропускания: режим («High»)		13 нс

8.5.6 Повторить измерения по п.п. 8.5 для значений периода повторения модулирующих импульсов 1, 10, 100 мкс. Настройки полосы пропускания преобразователя измерительного регулировать согласно РЭ блока измерительного.

8.5.7 Результаты поверки по п. 8.5 считать положительными, если измеренные значения не превышают значений 5,5 нс при работе в режиме «Off», 13 нс при работе в режиме «High», 25 нс при работе в режиме «Medium», 60 нс при работе в режиме «Low».

## 9 Оформление результатов поверки

9.1 На преобразователи измерительные, прошедшие поверку с положительными результатами, выдается свидетельство о поверке по форме, установленной приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015.

9.2 При отрицательных результатах поверки преобразователи измерительные к применению не допускаются, свидетельство о поверке аннулируется и на него выдается извещение о непригодности в соответствии с приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015.

Начальник НИО-1



О.В. Каминский