

СОГЛАСОВАНО



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

\_\_\_\_\_ А.Н. Щипунов

« 5 » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Калибраторы отношения мощностей  
NRPC-LS**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ  
651-21-028 МП**

р.п. Менделеево  
2021 г.

**Содержание**

1	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2	ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ	3
3	МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ	3
4	ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	4
5	ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	5
6	ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	5
7	ВНЕШНИЙ ОСМОТР	5
8	ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	5
9	ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	7
10	ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	7
11	ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	8
12	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	9

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее - МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок калибраторов отношения мощностей NRPC-LS (далее – калибраторы NRPC-LS), изготавливаемых фирмой «Rohde&Schwarz GmbH & Co. KG», Германия.

1.2 Первичной поверке подлежат калибраторы NRPC-LS до ввода в эксплуатацию и после ремонта. Периодической поверке подлежат калибраторы NRPC-LS, находящиеся в эксплуатации и на хранении.

1.3 При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых калибраторов NRPC-LS к государственным первичным эталонам единиц величин:

- Государственный первичный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,5 ГГц (ГЭТ 26-2010);
- Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени (ГЭТ 1-2018).

1.4 В соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц, утвержденная приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461 передача единицы отношений мощностей с указанной точностью может осуществляться непосредственно от ГЭТ 26-2010.

Поверка калибраторов NRPC-LS может осуществляться только аккредитованным на проведение поверки в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации лицом в соответствии с его областью аккредитации.

1.5 Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик применяется метод косвенных измерений.

1.6 Интервал между поверками 1 год.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки калибраторов NRPC-LS должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки калибраторов NRPC-LS

Наименование операции	Пункт МП	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Проверка программного обеспечения	9	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений	10	да	да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	да	да

2.2 Не допускается проведения поверки меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

2.3 При получении отрицательных результатов по любому пункту таблицы 1 поверяемый калибратор NRPC-LS бракуется и направляется в ремонт.

## 3 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки калибраторов NRPC-LS должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Пункт МП	Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики	Рекомендуемое средство измерений и его технические характеристики
8, 10	Генератор сигналов	Частота 1 ГГц; пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 0,01$ ; диапазон регулировки выходной мощности от минус 60 до плюс 26 дБ(1 мВт); пределы допускаемой относительной погрешности установки выходной мощности $\pm 1$ дБ	Генератор сигналов E8257D: диапазон частот от 250 кГц до 20 ГГц; пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 2 \cdot 10^{-7}$ , уровень выходной мощности от минус 144 до плюс 26 дБ(1 мВт); пределы допускаемой относительной погрешности установки выходной мощности $\pm 1$ дБ
10	Измеритель отношений мощностей	Относительная неисключенная систематическая погрешность воспроизведения отношения мощностей $5 \cdot 10^{-4}$ ; относительное среднее квадратическое отклонение результата измерений $5 \cdot 10^{-5}$ .	Государственный первичный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,5 ГГц ГЭТ 26-2010 (далее – ГЭТ 26-2010): относительная неисключенная систематическая погрешность воспроизведения отношения мощностей $5 \cdot 10^{-4}$ , относительное среднее квадратическое отклонение результата измерений $5 \cdot 10^{-5}$ .
10	Аттенюатор ступенчатый	Частота 1 ГГц; диапазон ослаблений от 0 до 70 дБ; интервал изменения ослабления 10 дБ	Аттенюатор ступенчатый 8496В, диапазон частот от 0 до 18 ГГц, диапазон ослаблений от 0 до 110 дБ, интервал изменения ослабления 10 дБ, пределы допускаемой относительной погрешности измерений от 0,5 до 2,4 дБ

3.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

3.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны и поверены, применяемые средства поверки утвержденного типа СИ в качестве эталонов единиц величин должны быть исправны и поверены с присвоением соответствующего разряда, по требованию государственных поверочных схем.

#### 4 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия в соответствии с ГОСТ 8.395-80:

– температура окружающего воздуха, °С	от 21 до 25;
– относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80;
– атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)	от 84 до 106 (от 630 до 795);
– напряжение сети, В	от 225,6 до 234,4;
– частота сети, Гц	от 49,5 до 50,5.

## **5 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ**

5.1 Поверка должна осуществляться лицами со средним или высшим техническим образованием, аттестованными в качестве поверителей в области радиотехнических измерений в установленном порядке и имеющим квалификационную группу электробезопасности не ниже второй.

5.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом NRPC-LS РЭ «Калибраторы отношения мощностей NRPC-LS. Руководство по эксплуатации» (далее – NRPC-LS РЭ).

5.3 Поверка осуществляется одним специалистом.

## **6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) ПОТ Р М-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00, а также требования безопасности, приведённые в эксплуатационной документации на калибраторы NRPC-LS и средства поверки.

6.2 Средства поверки должны быть надежно заземлены в соответствии с эксплуатационной документацией.

6.3 Размещение и подключение измерительных приборов разрешается производить только при выключенном питании.

## **7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР**

7.1 Внешний осмотр калибраторов NRPC-LS проводить визуально без вскрытия, при этом необходимо проверить:

- комплектность, маркировку и пломбировку (наклейку) на соответствие документу NRPC-LS РЭ;

- целостность и чистоту разъемов;

- целостность фирменной наклейки;

- отсутствие видимых повреждений, влияющих на работоспособность калибраторов NRPC-LS.

7.2 Результат внешнего осмотра считать положительным, если:

- комплект поставки соответствует п. 4.2 документа NRPC-LS РЭ;

- маркировка и пломбировка (наклейка) соответствует разделу 10 документа NRPC-LS РЭ;

- фирменная наклейка цела;

- разъемы целы и чисты;

- отсутствуют видимые повреждения, влияющие на работоспособность калибраторов NRPC-LS.

В противном случае результаты внешнего осмотра считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

## **8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

8.1 Перед проведением поверки необходимо произвести подготовительные работы, оговоренные в руководствах по эксплуатации калибраторов NRPC-LS и применяемых средств поверки.

8.2 При опробовании средства измерений выполнить следующие операции:

- соединить калибратор NRPC-LS с ПЭВМ посредством сетевого адаптера, обеспечивающего работу по технологии PoE+ и убедиться, что индикатор сети под разъемом LAN на задней панели имеют зеленый цвет, а индикатор рядом с этим разъемом имеет белый цвет.

– в браузере операционной системы Windows перейти на страницу калибратора NRPC-LS по IP адресу <http://192.168.0.100/pages> и убедиться, что отображается тип и серийный номер подключенного калибратора NRPC-LS, как показано на рисунке 1;

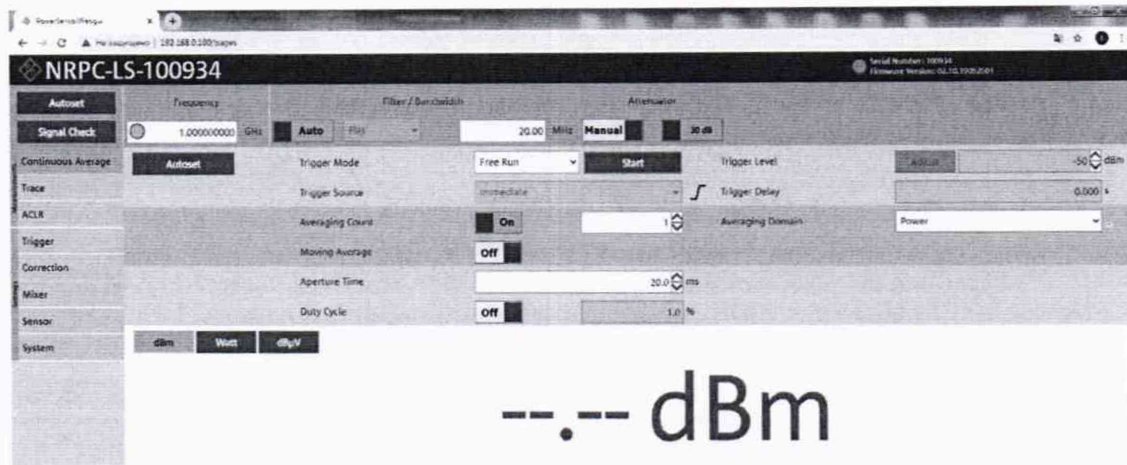


Рисунок 1 – Меню страницы калибратора NRPC-LS

– установить нулевые показания нажатием виртуальной кнопки ZERO меню Continuous Average страницы калибратора NRPC-LS;



Рисунок 2 – Меню Correction страницы калибратора NRPC-LS

– соединить приборы согласно схеме, приведенной на рисунке 3, установить аттенюатор 8494В в положение 0 дБ;



Рисунок 3 – Схема соединения приборов

- подать на СВЧ вход калибратора NRPC-LS с генератора сигнал с частотой 1 ГГц уровнем мощности 0 дБ (1 мВт);
- установить измеряемый сигнал за опорный нажатием кнопки виртуальной кнопки Normalize меню Correction страницы калибратора NRPC-LS;
- подать на СВЧ вход калибратора NRPC-LS с генератора сигнал с частотой 1 ГГц уровнем мощности 10 дБ (1 мВт);
- убедиться, что на дисплее отображается значение мощности от 9 до 11 дБ (1 мВт).

### 8.3 Результат опробования средства измерений считать положительным, если:

- в меню отображается тип и серийный номер подключенного калибратора NRPC-LS;
- измеряемое значение мощности 10 дБ (1 мВт) индицируется в диапазоне значений от 9 до 11 дБ (1 мВт).

## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Осуществить проверку соответствия программного обеспечения средства измерений требованиям, указанным в описании типа, в следующей последовательности: в браузере операционной системы Windows перейти на страницу прибора по IP адресу <http://192.168.0.100/pages> и убедиться, что отображается версия программного обеспечения, как показано на рисунке 4.

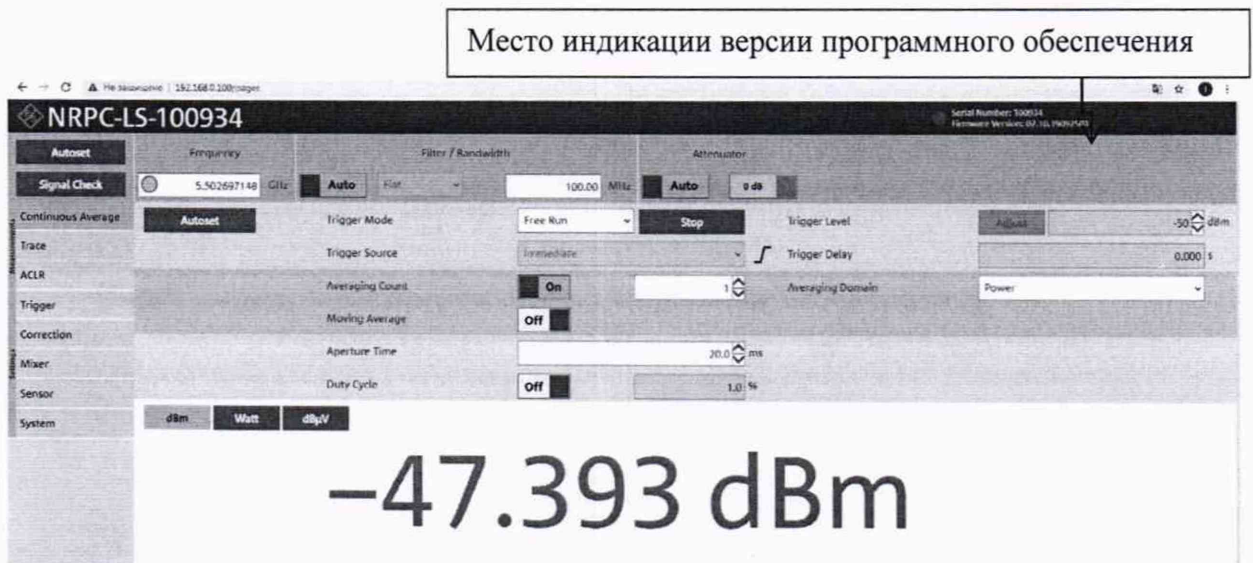


Рисунок 4 - Меню страницы калибратора NRPC-LS с указанием места отображения версии программного обеспечения

9.2 Результат проверки программного обеспечения считать положительным, если: версия программного обеспечения должна быть не ниже 02.20.20072802.

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений отношения мощностей проводить по схеме, приведенной на рисунке 3.

Соединить калибратор NRPC-LS с ПЭВМ посредством сетевого адаптера, обеспечивающего работу по технологии PoE+ и убедиться, что индикатор сети под разъемом LAN на задней панели имеют зеленый цвет, а индикатор рядом с этим разъемом имеет белый цвет.

В браузере операционной системы Windows перейти на страницу калибратора NRPC-LS по IP адресу <http://192.168.0.100/pages>.

10.2 Установить нулевые показания нажатием виртуальной кнопки ZERO меню Continuous Average страницы калибратора NRPC-LS.

10.3 Подать с генератора сигнал с частотой 1 ГГц и уровнем мощности, обеспечивающем  $(27 \pm 0,5)$  дБ (1 мВт) на выходе калибратора NRPC-LS.

10.4 Одновременно отсчитать показания  $P_B$  калибратора NRPC-LS и показания  $P_{B_0}$  измерителя отношений из состава ГЭТ 26-2010. Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале. Выключить мощность на генераторе сигналов.

10.5 Уменьшить выходную мощность встроенным аттенюатором генератора сигналов мощность выходного сигнала на 7 дБ и включить мощность на выходе.

10.6 Одновременно отсчитать показания  $P_H$  калибратора NRPC-LS и показания  $P_{H_0}$  ГЭТ 26-2010. Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале. Выключить мощность на генераторе сигналов.

10.7 Выполнить операции п.п. 10.3-10.6 не менее 4 раз ( $n \geq 4$ ).

10.8 Подать с генератора сигнал с частотой 1 ГГц и уровнем мощности, обеспечивающем  $(20 \pm 0,5)$  дБ (1 мВт) на выходе калибратора NRPC-LS.

10.9 Выполнить операции п.п. 10.4.

10.10 Уменьшить выходную мощность встроенным аттенюатором генератора сигналов мощность выходного сигнала на 10 дБ и включить мощность на выходе.

10.11 Выполнить операции п.п. 10.6.

10.12 Выполнить операции п. 10.8 - 10.11 и не менее 4 раз ( $n \geq 4$ ).

10.13 Повторить операции п.п. 10.8-10.12 для положения аттенюатора 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 дБ и соответствующих таблице 3 уровнях мощности.

Таблица 3 - Положения аттенюатора и соответствующие уровни мощности

Положение аттенюатора	Номинальное значение верхнего предела значений мощности, дБ (1 мВт)	Номинальное значение нижнего предела значений мощности, дБ (1 мВт)
0	20	10
10	10	0
20	0	-10
30	-10	-20
40	-20	-30
50	-30	-40
60	-40	-50
70	-50	-60

## 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Рассчитать абсолютную погрешность измерений отношения мощностей в диапазоне от 20 до 27 дБ (1 мВт)  $\Delta_{27\text{дБм}}$ , в [дБ], на основании полученных в п.10.3-10.8 результатов по формуле (1):

$$\Delta_{27\text{дБм}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} (P_B - P_{B_0} - P_H + P_{H_0})_i \quad (1)$$

где  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ .

11.2 Рассчитать абсолютную погрешность измерений отношения мощностей для уровней мощности, приведенных в таблице 3, на основании полученных в п.10.9-10.14 результатов по формуле (1).

11.3 Рассчитать значение абсолютной погрешности измерений отношений мощностей от 0 до 21 дБ (1 мВт) по формуле (2):

$$|\Delta_{0\_20}| = |\Delta_{20\text{дБм}}| + |\Delta_{10\text{дБм}}|. \quad (2)$$



11.4 Рассчитать значение абсолютной погрешности измерений отношений мощностей от минус 21 до 0 дБ (1 мВт) по формуле (3):

$$\Delta_{-20_0} = +|\Delta_{-10\text{дБм}}| + |\Delta_{0\text{дБм}}|. \quad (3)$$

11.5 Рассчитать значение абсолютной погрешности измерений отношений мощностей от минус 30 до 27 дБ (1 мВт) по формуле (4):

$$\Delta_{-30_27} = |\Delta_{-20\text{дБм}}| + |\Delta_{-10\text{дБм}}| + |\Delta_{0\text{дБм}}| + |\Delta_{10\text{дБм}}| + |\Delta_{20\text{дБм}}| + |\Delta_{27\text{дБм}}|. \quad (4)$$

11.6 Рассчитать значение абсолютной погрешности измерений отношений мощностей от минус 60 до минус 3 дБ (1 мВт) по формуле (5):

$$\Delta_{-60_{-3}} = |\Delta_{-50\text{дБм}}| + |\Delta_{-40\text{дБм}}| + |\Delta_{-30\text{дБм}}| + |\Delta_{-20\text{дБм}}| + |\Delta_{-10\text{дБм}}| + |\Delta_{0\text{дБм}}|. \quad (5)$$

11.7 Рассчитать значение абсолютной погрешности измерений отношений мощностей от минус 60 до 27 дБ (1 мВт) по формуле (6):

$$\Delta_{-60_27} = |\Delta_{-50\text{дБм}}| + |\Delta_{-40\text{дБм}}| + |\Delta_{-30\text{дБм}}| + |\Delta_{-20\text{дБм}}| + |\Delta_{-10\text{дБм}}| + |\Delta_{0\text{дБм}}| + |\Delta_{10\text{дБм}}| + |\Delta_{20\text{дБм}}| + |\Delta_{27\text{дБм}}|. \quad (6)$$

11.8 Результат считать положительным, если абсолютная погрешность измерений отношений мощностей:

- от 0 до плюс 21 дБ (1 мВт) в пределах  $\pm 0,005$  дБ;
- от минус 21 до 0 дБ (1 мВт) в пределах  $\pm 0,005$  дБ;
- от минус 30 до плюс 27 дБ (1 мВт) в пределах  $\pm 0,016$  дБ;
- от минус 60 до минус 3 дБ (1 мВт) в пределах  $\pm 0,016$  дБ;
- от минус 60 до плюс 27 дБ (1 мВт) в пределах  $\pm 0,024$  дБ.



11.9 При положительных результатах по п 11.8 поверяемый калибратор NRPC-LS соответствует обязательным метрологическим требованиям, предъявляемых к средствам измерений применяемым в качестве рабочего эталона 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц, утвержденная приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461.

## 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки калибраторов NRPC-LS подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца калибраторов NRPC-LS или лица, представившего его на поверку, на калибратор NRPC-LS наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке калибратор NRPC-LS, и (или) в документ NRPC-LS РЭ вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник отдела 11 НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

 О.В. Каминский  
 И.П. Чирков