

СОГЛАСОВАНО

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

_____ А.Н. Щипунов



« 8 » ноября 20 19 г.

Государственная система обеспечения единства измерения
ИЗМЕРИТЕЛИ ВОЛНОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ (ИМПЕДАНСА)
CITS880S

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

р.п. Менделеево

20__ г.

Содержание

1	Вводная часть	3
2	Операции поверки	3
3	Средства поверки	3
4	Требования к квалификации поверителей	4
5	Требования безопасности	4
6	Условия поверки	4
7	Подготовка к проведению поверки	4
8	Проведение поверки	4
8.1	Внешний осмотр	4
8.2	Опробование	5
8.3	Определение относительности погрешности измерений КСВН	6
8.4	Определение времени нарастания фронта зондирующего сигнала	7
8.5	Определение шума зондирующего сигнала	8
8.6	Определение временной задержки между импульсами в дифференциальном режиме	9
9	Оформление результатов поверки	9

1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Настоящая методика поверки (далее - МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок измерителей волнового сопротивления (импеданса) CITS880s (далее – измерители CITS880s), изготавливаемых фирмой Polar Instruments ltd., Великобритания.

1.2 Первичной поверке подлежат измерители CITS880s до ввода в эксплуатацию и после ремонта.

Периодической поверке подлежат измерители CITS880s, находящиеся в эксплуатации и на хранении.

1.3 Интервал между поверками 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки измерителей CITS880s должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки измерителей CITS880s

Наименование операции	Пункт МП	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2 Опробование	8.2	Да	Да
3 Определение относительности погрешности измерений КСВН	8.3	Да	Да
4 Определение времени нарастания фронта зондирующего сигнала	8.4	Да	Да
5 Определение шума зондирующего сигнала	8.5	Да	Да
6 Определение временной задержки между импульсами в дифференциальном режиме	8.6	Да	Да

2.2 Не допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов или отдельных автономных блоков или меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки измерителей CITS880s должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Пункт МП	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.3	Набор мер КСВН и полного сопротивления 1-го разряда ЭК9-140, КСВН $1,2 \pm 0,05$; погрешность измерений: по КСВН $\pm 1\%$, по фазе $\pm 2^\circ$
8.4 - 8.6	Осциллограф цифровой запоминающий WaveMaster 820Zi-A, рабочая частота до 20 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента отклонения $\pm 1,5\%$, пределы допускаемой абсолютной погрешности коэффициента развертки $K_p \pm 1,0 \cdot 10^{-6} \cdot K_p$

3.2 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик измерителей CITS880s с требуемой точностью.

3.3 Средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 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.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом «Измеритель волнового сопротивления (импеданса) CITS880s. Руководство пользователя» (далее – CITS880s РП).

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) ПОТ Р М-016-2001, 153-34.0-03.150-00, а также требования безопасности, приведённые в эксплуатационной документации на измерители CITS880s и средства поверки.

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

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

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Поверку измерителей CITS880s проводить в следующих условиях:

- | | |
|--------------------------------------------------|---------------------------------|
| – температура окружающего воздуха, °С | от 18 до 25; |
| – относительная влажность окружающего воздуха, % | от 30 до 80; |
| – атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) | от 84 до 106,7 (от 630 до 800); |
| – напряжение сети, В | от 198 до 242; |
| – частота сети, Гц | от 49,5 до 50,5. |

7 ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ

7.1 Перед проведением поверки необходимо провести подготовительные работы, оговоренные в руководствах по эксплуатации на измерители CITS880s и на применяемые средства поверки.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 Внешний осмотр измерителя CITS880s проводить визуально без вскрытия. При этом необходимо проверить:

- комплектность согласно эксплуатационной документации;
- отсутствие видимых механических повреждений корпуса, передней и задней панелей, соединительных элементов, влияющих на работу измерителя CITS880s;
- чистоту и исправность разъемов;
- состояние соединительных кабелей, входящих в комплект поставки;
- исправность органов управления блока измерительного (далее – БИ) измерителя CITS880s.

8.1.2 Результат внешнего осмотра считать положительным, если:

- комплектность соответствует паспорту;
- разъемы целы и чисты;
- соединительные кабели, входящие в комплект поставки, не имеют механических повреждений;
- отсутствуют видимые механические повреждения корпуса БИ, контактирующих головок, соединительных элементов, влияющих на работу измерителя CITS880s;
- органы управления БИ исправны.


В противном случае измеритель CITS880s бракуется. Поверка далее не выполняется.


8.2 Опробование

8.2.1 Включить управляющий компьютер. Дождаться запуска операционной системы Windows на управляющем компьютере.

8.2.2 Установить на БИ тумблер СЕТЬ «О I» в положения «О» – отключено. Подсоединить кабель сетевого питания к разъему «230 V» БИ. Подключить кабель сетевого питания к сети (230 В, 50 Гц). Соединить разъемы USB на БИ и на управляющем компьютере между собой кабелем USB. Установить на задней панели БИ тумблер СЕТЬ « O I » в положения «I» – включено.

8.2.3 Запустить приложения через ярлык  на рабочем столе, либо через путь «Пуск-Все программы-CITS880s».

8.2.4 В программе создать новый файл измерений, нажав на кнопку . Поля формы оставить незаполненными. В панели редактирования тестового задания установить следующие значения: в области “Impedance” – “50.00”; “Horizontal”: “Units” – “Millimeters”, “Probe length” – “0”, “Test From” – “-75”, “Test To” – “0”; ; в области “Tolerance” установить параметр “Plus” “10.00%”; в области “Probe & Channel Select”: выбрать флажок “Single-Ended Test” и в выпадающем списке выбрать “Ch1”. Нажать “Ok”.

8.2.5 Подключить к первому порту БИ коаксиальный кабель из состава измерителя CITS880s. Запустить измерение нажав на кнопку . Контролировать появление на экране управляющего ПК изображение характеристики импеданса, представленного на рисунке 1.

8.2.6 По окончании запуска ПО открыть меню описания программы, запустив пункт верхнего меню «Help»-«About CITS...». Контролировать появление на экране управляющего компьютера панели свойств приложения, приведенного на рисунке 2.

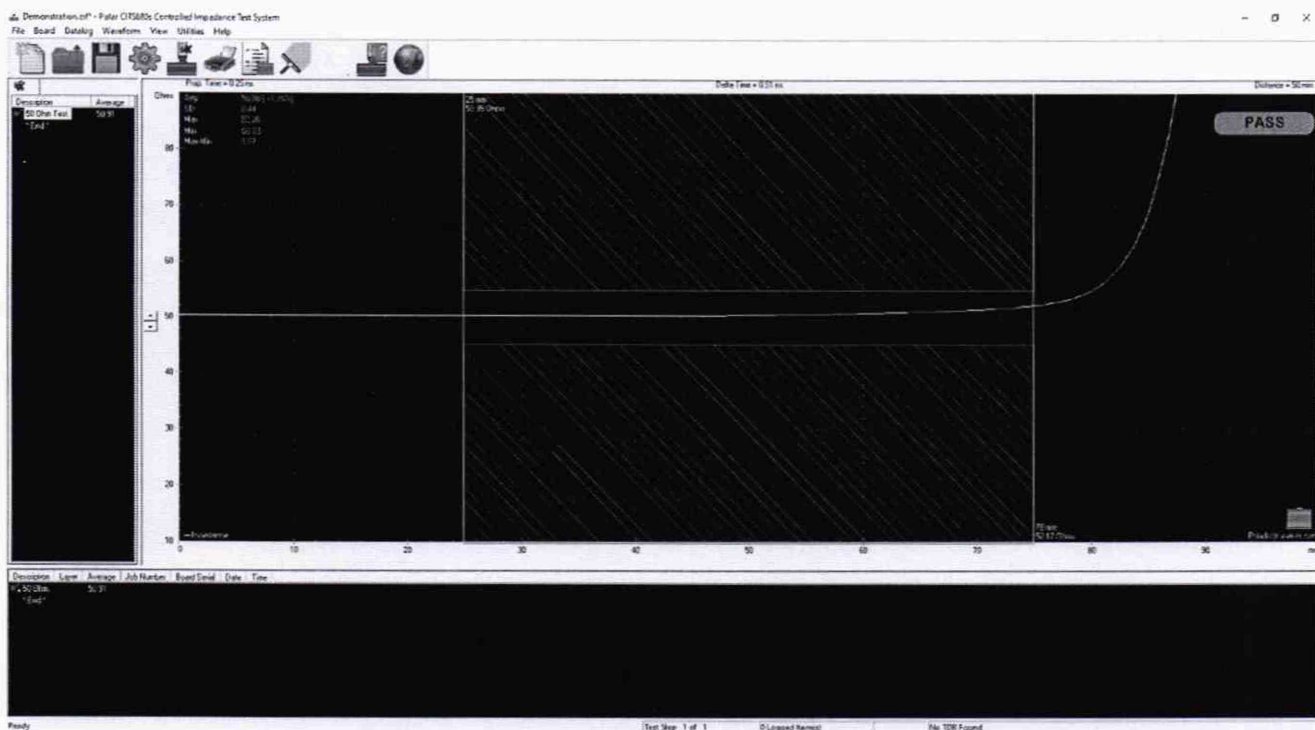


Рисунок 1

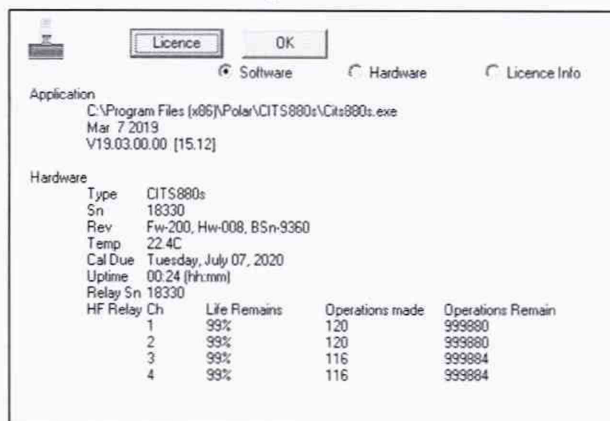


Рисунок 2

8.2.7 Результаты опробования считать положительными, если:


- после включения питания горит индикатор POWER подключения сетевого питающего напряжения на передней панели корпуса БИ;
- линия результата измерения находится в пределах, обозначенных на диаграмме прямоугольными границами.

– в панели свойств программы номер версии 19.03.00.00 или выше, номер в строчке Sn XXXXX совпадает с номером устройства на задней панели БИ.

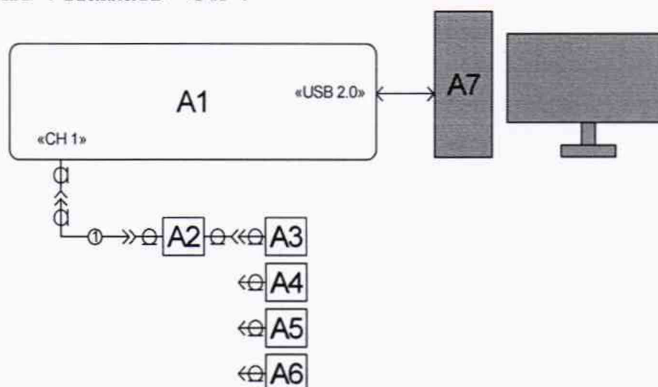
В противном случае измеритель CITS880s бракуется. Проверка далее не выполняется.

8.3 Определение относительности погрешности измерений КСВН

8.3.1 Определение относительной погрешности измерений КСВН проводить с использованием набора мер КСВН и полного сопротивления 1-го разряда ЭК9-140 и переходника 3,5мм(f) – Ntype(f).

8.3.2 В программе создать новый файл, нажав на кнопку . В поля формы описания платы ввести: название организации заказчика, измерение импеданса, наименование набора мер, номер свидетельства о поверке набора мер.


8.3.3 Открыть панель редактирования тестового задания. Установить следующие значения полей в области “Impedance” – “50.00”; “Horizontal”: “Units” – “Millimeters”, “Probe length” – “0”, “Test From” – “75”, “Test To” – “575”; ; в области “Tolerance” установить параметр “Plus” “5.00%”; в области “Probe & Channel Select”: выбрать флажок “Single-Ended Test” и в выпадающем списке выбрать “Ch1”. Нажать “Ok”.



A1 – измеритель CITS-880s; A2 – переход тип III, розетка – 3,5 мм, розетка; A3 – нагрузка Э9-159; A4 - нагрузка Э9-142; A5 – нагрузка Э9-143; A6 – нагрузка Э9-144 ; A7 – персональный компьютер; 1 – кабель из состава поверяемого измерителя CITS880s

Рисунок 3

8.3.4 Собрать тестовую схему в соответствии с рисунком 3, используя для подключения порт 1 на БИ и меру Э9-159.

8.3.5 Установить маркер на значении 575 мм. Провести 10 тестов, запуская тест виртуальной клавишей в программе CITS880s . Записать получившиеся значения по установленному маркеру.

8.3.6 Рассчитать среднее арифметическое значение КСВН K_r и относительную погрешность измерения δ по формулам (1) и (2):

$$K_r = \frac{1}{10} * \sum_{n=1}^{10} \left(\frac{Z_n}{50}\right)^i, \quad (1)$$

$$\delta = \left(\frac{K_r}{K} - 1\right) \times 100\% , \quad (2)$$

где K – величина модуля КСВН меры для частоты 2 ГГц, а i принимает значение «-1» для значений Z_n меньше 50 Ом, и «+1» для значений Z_n меры больше 50 Ом.

8.3.7 Повторить операции пунктов 5.4.4 – 5.4.6 для мер Э9-142, Э9-143 и Э9-144, установив согласно п. 8.3.3 в области “Impedance” соответственно “70.00”, “25.00” и “100.00”.

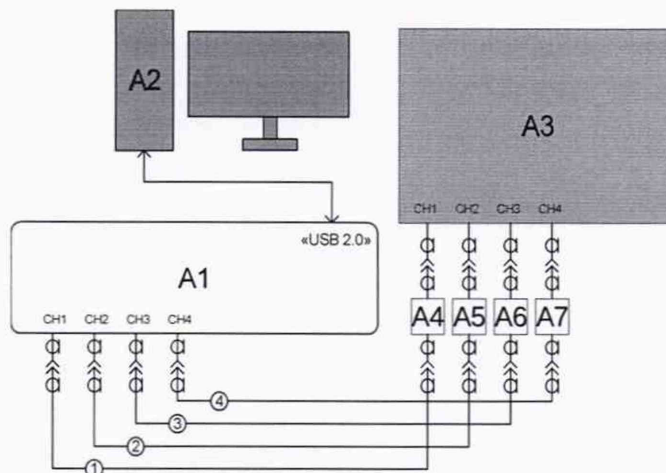
8.3.8 Повторить операции пунктов 8.3.3 – 8.3.7 для портов 2, 3 и 4 на БИ, установив согласно п. 8.3.3 в области “Probe & Channel Select” соответственно “Ch2”, “Ch3” и “Ch4”.

8.3.9 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений КСВН находятся в пределах: $\pm 1\%$ для меры Э9-159; $\pm 1,25\%$ для меры Э9-142; $\pm 1,5\%$ для мер Э9-143 и Э9-144. В противном случае измеритель CITS880s бракуется. Поверка далее не выполняется.

8.4 Определение времени нарастания фронта зондирующего сигнала


8.4.1 Определение времени нарастания фронта зондирующего сигнала проводить с использованием осциллографа цифрового запоминающего WaveMaster 820Zi-A. Приборы должны использоваться после прогрева в течение времени, указанного в их эксплуатационной документации.

8.4.2 Собрать тестовую схему в соответствии с рисунком 4.



A1 – измеритель CITS-880s; A2 – персональный компьютер; A3 – осциллограф WaveMaster 820Zi-A; A4, A5, A6, A7 – адаптеры LPA-K-A из состава осциллографа WaveMaster 820Zi-A; 1, 2, 3 и 4 – кабели из состава поверяемого измерителя CITS880s


Рисунок 4

8.4.3 В программе создать новый файл, нажав на кнопку . В поля формы описания платы ввести: название организации заказчика, измерение импеданса, наименование набора мер, номер свидетельства о поверке набора мер.

8.4.4 Открыть панель редактирования тестового задания. Установить следующие значения полей в области “Impedance” – “50.00”, “Horizontal”: “Units” – “Millimeters”, “Probe length” – “0”, “Test From” – “75”, “Test To” – “575”; в области “Tolerance” установить параметр “Plus”

“5.00%”, в области “Probe & Channel Select” : выбрать флажок “Single-Ended Test” и в выпадающем списке выбрать “Ch1”. Нажать “Ok”.

8.4.5 На осциллографе установить активным канал 1, вертикальное разрешение - 0,2 В на клетку, горизонтальное разрешение – 50 пс на клетку, установить Trigger Type – DC, источник Channel 1, Trigger Level – 200 мВ.

8.4.6 Установить на осциллографе режим измерения “Single”. Запустить тест виртуальной клавишей в программе CITS880s.exe . На осциллографе оценить значение времени нарастания сигнала t_{rise} , выполнив на нем стандартное измерение Rise Time . Записать значение.

8.4.7 Провести 10 замеров, выполняя операции пункта 8.4.6. Рассчитать среднее арифметическое значение для t_{rise} .


8.4.8 Повторить операции пунктов 8.4.4-8.4.7 для портов 2, 3 и 4, изменив соответственно значения по п. 8.4.4 “Ch1” на “Ch2”, “Ch3” и “Ch4” и по п. 8.4.5 Channel 1 на Channel 2, Channel 3 и Channel 4.

8.4.9 Результаты поверки считать положительными, если среднее арифметическое значение t_{rise} для каждого канала составляет не более 200 пс. В противном случае измеритель CITS880s бракуется. Поверка далее не выполняется.

8.5 Определение шума зондирующего сигнала


8.5.1 Определение шума зондирующего сигнала проводить с использованием осциллографа цифрового запоминающего WaveMaster 820Zi-A.

8.5.2 Собрать тестовую схему в соответствии с рисунком 4.

8.5.3 В программе создать новый файл, нажав на кнопку . В поля формы описания платы ввести: название организации заказчика, измерение импеданса, наименование набора мер, номер свидетельства о поверке набора мер.

8.5.4 Открыть панель редактирования тестового задания. Установить следующие значения полей в области “Impedance” – “50.00”, “Horizontal”: “Units” – “Millimeters”, “Probe length” – “0”, “Test From” – “75”, “Test To” – “575”; в области “Tolerance” установить параметр “Plus” “5.00%”, в области “Probe & Channel Select” : выбрать флажок “Single-Ended Test” и в выпадающем списке выбрать “Ch1”. Нажать “Ok”.

8.5.5 На осциллографе установить активным канал 1, вертикальное разрешение - 0,1 В на клетку, горизонтальное разрешение – 200 пс на клетку, установить Trigger Type – DC, источник Channel 1, Trigger Level – 200 мВ.

8.5.6 Установить на осциллографе режим измерения “Single”. Запустить тест виртуальной клавишей в программе CITS880s.exe . На осциллографе оценить значение среднего квадратического отклонения σ_{vh} , выполнив на осциллографе стандартное измерение Std Dev для области высокого уровня сигнала. Записать значение.

8.5.7 Провести 10 замеров операции пункта 8.5.6. Рассчитать среднее квадратическое отклонение для σ_{vh} по формуле (3):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{10} (\sigma_{vh})^2}{10}} \quad (3)$$


8.5.8 Повторить операции пунктов 8.5.4-8.5.7 для портов 2, 3 и 4, изменив соответственно значения по п. 8.5.4 “Ch1” на “Ch2”, “Ch3” и “Ch4” и по п. 8.5.5 Channel 1 на Channel 2, Channel 3 и Channel 4.

8.5.9 Результаты поверки считать положительными, если значения σ для каждого канала составляет не более 1,5 мВ. В противном случае измеритель CITS880s бракуется. Поверка далее не выполняется.

8.6 Определение временной задержки между импульсами в дифференциальном режиме


8.6.1 Определение временной задержки между импульсами в дифференциальном режиме проводить с использованием осциллографа цифрового запоминающего WaveMaster 820Zi-A.

8.6.2 Собрать тестовую схему в соответствии с рисунком 3.

8.6.3 В программе создать новый файл, нажав на кнопку . В поля формы описания платы ввести: название организации заказчика, измерение импеданса, наименование набора мер, номер свидетельства о поверке набора мер.

8.6.4 Открыть панель редактирования тестового задания. Установить следующие значения полей в области "Impedance" – "100.00", "Horizontal": "Units" – "Millimeters", "Probe length" – "0", "Test From" – "75", "Test To" – "575"; в области "Tolerance" установить параметр "Plus" "5.00%", в области "Probe & Channel Select" : выбрать флажок "Differential Test" и в выпадающем списке выбрать "Ch1 & Ch2". Нажать "Ok".

8.6.5 На осциллографе установить активными каналы 1 и 2, вертикальное разрешение - 0,1 В на клетку, вертикальное смещение 250 мВ, горизонтальное разрешение – 500 пс на клетку, установить Trigger Type – DC, источник Channel 2, Trigger Level – 200 мВ.

8.6.6 Установить на осциллографе режим измерения "Single". Запустить тест виртуальной клавишей в программе CITS880s.exe . На осциллографе оценить значение временной задержки Δt между точкой 200 мВ на фронте сигнала 1-го канала и точкой 200 мВ на фронте сигнала второго канала. Записать значение.

8.6.7 Провести 10 замеров выполняя операции пункта 8.6.6. Рассчитать среднее арифметическое значение для Δt .

8.6.8 Повторить операции пунктов 8.6.4-8.6.7 для портов 3 и 4, изменив соответственно значения по п. 8.6.4 "Ch1 & Ch2" на "Ch3 & Ch4" и по п. 8.6.5 установить активными каналы 3 и 4 и сменить источник Channel 2 на Channel 4.

8.6.9 Результаты поверки считать положительными, если значения Δt для каждой пары каналов составляет не более 30 пс. В противном случае измеритель CITS880s бракуется. Поверка далее не выполняется.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в паспорт (формуляр) средства измерений 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»

Заместитель начальника отдела 11 НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Ведущий инженер НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.В. Каминский

А.С. Бондаренко

А.С. Боровков