

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО «ОТГ»

А.С. Зубарев

М.П.

« 13 »

04

2026 г.



ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

ДЕФЕКТОСКОПЫ ВИХРЕТОКОВЫЕ ДУМА-ВТ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-ОТГ-202634

г. Москва
2026 г.

Содержание

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	4
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	5
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	5
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ	5
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	8
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	8
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	8
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	9
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	9
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	18
ПРИЛОЖЕНИЕ А	19

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на дефектоскопы вихретоковые ДУМА-ВТ (далее по тексту – дефектоскопы), предназначенные для измерений глубины и линейной координаты дефектов при выявлении сквозных и несквозных дефектов в изделиях из токопроводящих материалов, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 При определении метрологических характеристик дефектоскопов в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость к ГЭТ 1-2022 «Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени», к ГЭТ 2-2021 «Государственный первичный эталон единицы длины – метра», к ГЭТ 193-2011 «Государственный первичный эталон единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц» в соответствии с локальной поверочной схемой, структура которой приведена в Приложении А.

1.3 Методика поверки реализуется методом прямых измерений и методом сличения с помощью компаратора.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон установки частоты сигнала возбуждения ВТП, кГц	от 1 до 1000
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты сигнала возбуждения ВТП, %	$\pm 0,5$
Размах напряжения возбуждения на нагрузке (50 ± 1) Ом, В, не менее	5
Диапазон установки коэффициента усиления предварительного усилителя приемника, дБ	от 0 до 40
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки коэффициента усиления предварительного усилителя приемника, дБ	± 1
Диапазон установки коэффициента усиления компонент X и Y приемника, дБ	от 0 до 40
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки коэффициента усиления компонент X и Y приемника, дБ	± 1
Диапазон измерений глубины дефектов, % толщины стенки	от 10 до 100 (сквозной дефект)
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений глубины дефектов, % толщины стенки	± 10
Порог чувствительности к определению сквозных дефектов (минимальный диаметр выявляемого дефекта), мм, не более	0,4
Диапазон измерений координаты дефектов, мм	от 10 до 22000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений координаты дефектов в диапазоне от 10 до 1000 мм включ., мм	$\pm 2,0$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений координаты дефектов в диапазоне св. 1000 до 22000 мм, %	$\pm 0,2$

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции первичной и периодической поверок

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	-		10
Проверка порога чувствительности к определению сквозных дефектов (минимальный диаметр выявляемого дефекта)	да	да	10.1
Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений глубины дефектов	да	да	10.2
Проверка диапазона и определение относительной погрешности установки частоты сигнала возбуждения ВТП	да	нет	10.3
Определение размаха напряжения возбуждения на нагрузке (50±1) Ом	да	да	10.4
Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности установки коэффициента усиления предварительного усилителя приемника, проверка диапазона и определение абсолютной погрешности установки коэффициента усиления компонент X и Y приемника	да	нет	10.5
Проверка диапазона и определение абсолютной (относительной) погрешности измерений координаты дефектов	да	да	10.6
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10.7

2.2 Поверка должна проводиться с ВТП, входящем в комплект дефектоскопа. Если дефектоскоп полностью прошёл поверку хотя бы с одним из ВТП из комплекта, то он признаётся прошедшим поверку с положительным результатом в составе соответствующего ВТП.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °С (20 ± 10);
- относительная влажность воздуха, %, не более 80;
- напряжение сети переменного тока, В 230⁺¹⁰₋₃₀;
- частота сети переменного тока, Гц (50 ± 1).

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые дефектоскопы и средства поверки и прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

4.2 Для проведения поверки достаточно одного поверителя.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки применяются средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8.3 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 °С до 25 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 80 % с погрешностью не более 3 %;</p> <p>Средства измерений напряжения питающей сети в диапазоне от 200 до 240 В с относительной погрешностью не более 1 %;</p> <p>Средства измерений частоты питающей сети в диапазоне от 45 до 55 Гц с абсолютной погрешностью не более 0,1 Гц</p>	<p>Приборы комбинированные Testo 608-N1, Testo 608-N2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, модификация Testo 622, рег. № 53505-13.</p> <p>Мультиметры цифровые Fluke 175, Fluke 177, Fluke 179, модификация Fluke 177, рег. № 27489-11</p>
п. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	<p>Рабочий эталон единицы длины согласно локальной поверочной схеме с диаметрами искусственных дефектов 0,40; 0,45; 0,60; 0,80; 1,0; 1,55 мм с абсолютной погрешностью измерений диаметров искусственных дефектов ± 0,03 мм.</p> <p>Глубина искусственных дефектов 100 % толщины стенки</p>	<p>Комплект мер моделей дефектов теплообменных труб парогенераторов КММД-ПГ-16/13, рег. № 53194-13</p>
п. 10.1 Проверка порога чувствительности к определению сквозных дефектов (минимальный диаметр выявляемого дефекта)	<p>Рабочий эталон единицы длины согласно локальной поверочной схеме с диаметрами искусственных дефектов 0,40; 0,45; 0,60; 0,80; 1,0; 1,55 мм с абсолютной погрешностью измерений диаметров искусственных дефектов ± 0,03 мм.</p> <p>Глубина искусственных дефектов 100 % толщины стенки</p>	<p>Комплект мер моделей дефектов теплообменных труб парогенераторов КММД-ПГ-16/13, рег. № 53194-13</p>

Продолжение таблицы 3

1	2	3
<p>п. 10.2 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений глубины дефектов</p>	<p>Рабочий эталон единицы длины согласно локальной поверочной схеме с одним сквозным отверстием (глубина 100 % толщины стенки), глухими сверлениями с плоским дном глубиной 75, 55, 35, 15 % толщины стенки, с проточкой на внешнем диаметре глубиной 10 % толщины стенки. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений глубин искусственных дефектов $\pm 3,5$ % толщины стенки.</p>	<p>Комплект мер моделей дефектов теплообменных труб парогенераторов КММД-ПГ-16/13, рег. № 53194-13</p>
<p>п. 10.3 Проверка диапазона и определение относительной погрешности установки частоты сигнала возбуждения ВТП</p>	<p>Эталоны единицы времени и частоты, не ниже уровня Рабочего эталона 5-го разряда, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2360 от 26.09.2022 в диапазоне измерений частот генерируемых сигналов синусоидальной формы от 1 до 1000 кГц</p> <p>Эталоны единицы импульсного электрического напряжения, не ниже уровня Рабочего эталона 2-го разряда, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3463 от 30.12.2019 г. в диапазоне измерения импульсного электрического напряжения от 1 до 1000 мкс</p>	<p>Генераторы сигналов произвольной формы AFG2021, AFG3011C, AFG3021C, FG3022C, AFG3051C, FG3052C, AFG3101C, FG3102C, AFG3251C, FG3252C, модель AFG3022C, рег. № 53102-13</p> <p>Осциллографы цифровые TDS2001C, TDS2002C, TDS2004C, TDS2012C, TDS2014C, TDS2022C, TDS2024C, мод. TDS2012C, рег. № 48471-11</p>
<p>п. 10.4 Определение размаха напряжения возбуждения на нагрузке (50\pm1) Ом</p>	<p>Эталоны единицы импульсного электрического напряжения, не ниже уровня Рабочего эталона 2-го разряда, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3463 от 30.12.2019 г. в диапазоне измерения импульсного электрического напряжения от 0,1 до 10 В</p>	<p>Осциллографы цифровые TDS2001C, TDS2002C, TDS2004C, TDS2012C, TDS2014C, TDS2022C, TDS2024C, мод. TDS2012C, рег. № 48471-11</p>

Продолжение таблицы 3

1	2	3
<p>п. 10.5 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности установки коэффициента усиления предварительного усилителя приемника, проверка диапазона и определение абсолютной погрешности установки коэффициента усиления компонент X и Y приемника</p>	<p>Эталоны единицы времени и частоты, не ниже уровня Рабочего эталона 5-го разряда, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2360 от 26.09.2022 в диапазоне измерений частот генерируемых сигналов синусоидальной формы от 1 до 1000 кГц</p> <p>Эталоны единицы ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда согласно государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3383 от 30.12.2019 в диапазоне измерений ослабления напряжения постоянного тока от 0 до 70 дБ</p>	<p>Генераторы сигналов произвольной формы AFG2021, AFG3011C, AFG3021C, FG3022C, AFG3051C, FG3052C, AFG3101C, FG3102C, AFG3251C, FG3252C, модель AFG3022C, рег. № 53102-13.</p> <p>Магазин затуханий М3-50-2, рег. № 5783-76</p>
<p>п. 10.6 Проверка диапазона и определение абсолютной (относительной) погрешности измерений координаты дефектов</p>	<p>Средства измерений длины с диапазоном измерений от 0 до 10 м, класс точности 3 по ГОСТ 7502-98</p>	<p>Рулетки измерительные металлические UM3M, UM5M, TL5M, BT8M, EX10/5, EX20/5, TS20/2, TS30/2, TS50/2, TR20/5, TR30/5, TR50/5, TC30/5, YC50/5, YR30/5, YR50/5, PR100/5, модель EX10/5, рег. № 22003-07</p>
<p>Вспомогательные средства: Щуп делитель 1:10 (далее – делитель) из состава осциллографа цифрового TDS1012C. Нагрузка 50 Ом.</p>		
<p>Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</p>		

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При подготовке и проведении поверки должно быть обеспечено соблюдение требований безопасности работы и эксплуатации для оборудования и персонала, проводящего поверку, в соответствии с приведенными требованиями безопасности в нормативно-технической и эксплуатационной документации на поверяемый дефектоскоп и используемые средства поверки.

6.2 При проведении поверки все приборы с электрическим питанием от сети переменного тока должны быть заземлены.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие дефектоскопа следующим требованиям:

- внешний вид дефектоскопа должен соответствовать описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- комплектность дефектоскопа должна соответствовать его руководству по эксплуатации (далее – РЭ) и паспорту;
- отсутствие механических повреждений дефектоскопа, кабелей и ВТП, влияющих на метрологические характеристики;
- надежность фиксации разъемов;
- наличие маркировки дефектоскопа в соответствии с его РЭ.



7.2 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если он соответствует требованиям, приведенным в п. 7.1.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Если дефектоскоп и средства поверки до начала измерений находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, то их выдерживают при этих условиях не менее часа, или времени, указанного в эксплуатационной документации.

8.2 Подготовить дефектоскоп и средства поверки к работе в соответствии с их документами по эксплуатации.

8.3 Выполнить запуск программного обеспечения (далее – ПО) на персональном компьютере (далее – ПК).

8.4 Нажать на кнопку подключения к дефектоскопу , выбрать его из списка и дождаться установления связи между ПК и дефектоскопом. Включить сбор данных кнопкой .

8.5 Подключить ВТП из комплекта дефектоскопа к электронному блоку.

8.6 Установить следующие значения параметров на дефектоскопе:


- Частота возбуждения, Гц – 100 000,0;
- Амплитуда возбуждения, % – 100,00;
- Усиление, дБ – 35,00;
- ФНЧ – 100 Hz;
- ФВЧ – Off;
- Длина истории, сек – 5;
- Пороговое значение модуля – 0,001.





Примечание – Значение частоты возбуждения установить в соответствии с паспортом на ВТП или согласно маркировке ВТП.

8.7 На проекционной плоскости активировать график оси X.

8.8 Установить ВТП на бездефектный участок меры КММД-ПГ-16/13-№2 для сканирования в направлении от дефекта меньшего диаметра к большему.

8.9 Выполнить балансировку сигналов кнопкой «Автобаланс». Проверить, что после балансировки сигнал установился примерно в центре комплексной плоскости. Если нет, то скорректировать усиление (параметр «Усиление, дБ») и повторить процедуру.

8.10 Равномерно перемещая меру относительно ВТП (сканирование производить в направлении от дефекта меньшего диаметра к большему), наблюдать вывод сигналов на комплексной и проекционной плоскостях, затем приостановить сбор данных кнопкой  (ВТП должен находиться внутри меры). На проекционной плоскости должны наблюдаться сигналы от всех имеющихся на мере дефектов. Если сигналы не наблюдаются, то скорректировать масштаб и/или усиление (параметры «Усиление, дБ», «Усиление X, дБ», «Усиление Y, дБ»), затем повторить процедуру.

8.11 Кнопкой  активировать курсоры на проекционной плоскости, затем переместить курсоры в область сигналов от дефектов. Нажать кнопку  на проекционной плоскости, используя инструменты масштабирования ( и ) , выделить участок со всеми сигналами от дефектов меры.

8.12 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если на комплексной и проекционной плоскостях наблюдались сигналы от всех имеющихся на мере дефектов.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 В строке меню выбрать «Помощь», затем пункт «О программе».

9.2 Прочитать в появившемся окне идентификационное наименование и номер версии ПО.

9.3 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО дефектоскопа соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО


Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	ДУМА-ВТ
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	2.X.X.XX*
Цифровой идентификатор ПО	-

* Номер версии ПО состоит из нескольких чисел, разделенных точками. «X» не относятся к метрологической значимой части ПО.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Проверка порога чувствительности к определению сквозных дефектов (минимальный диаметр выявляемого дефекта)

10.1.1 Выполнить п.п. 8.3 – 8.11.

10.1.2 Кнопкой  активировать курсоры на проекционной плоскости, затем установить курсор на максимум сигнала по оси X от сквозного отверстия диаметром 0,4 мм. Для более точной установки на максимум сигнала скорректировать положение курсора по сигналу на комплексной плоскости годографа. Регулируя значение параметра «Фаза приема, гр.», установить для сигнала фазу таким образом, чтобы сигнал на проекционной плоскости был максимальным (показание «X»). Зафиксировать значение экстремума амплитуды для сигнала, измеренное дефектоскопом (показание «X»).

Примечание – При регулировке значения параметра «Фаза приема, гр.» следует выделить необходимый разряд и регулировать значение колесом мыши.

10.1.3 Установить курсор на проекционной плоскости на участок между сигналами от сквозных отверстий диаметром 0,4 и 0,45 мм с визуально наибольшим уровнем шума. Зафиксировать значение экстремума амплитуды для шума, измеренное дефектоскопом (показание «Х»).

10.1.4 Рассчитать отношение амплитуды сигнала от дефекта (сквозного отверстия диаметром 0,4 мм) к амплитуде сигнала на участке между дефектами по формуле

$$P = \frac{P_d}{P_w}, \quad (1)$$

где P_d – значение экстремума амплитуды для дефекта (участок сигнала от сквозного отверстия диаметром 0,4 мм);


P_w – значение экстремума амплитуды на участке между дефектами.

10.1.5 Если отношение сигнал-шум больше или равен двум, то отверстие диаметром 0,4 мм считается выявленным.

10.1.6 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если выявлен сигнал от сквозного отверстия диаметром 0,4 мм.


10.2 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений глубины дефектов





10.2.1 Подключить ВТП к соответствующему разъему на дефектоскопе.


10.2.2 На проекционной плоскости активировать график «Модуль». Возобновить сбор данных кнопкой .

10.2.3 Установить ВТП на бездефектный участок меры КММД-ПП-16/13-№1.

10.2.4 Выполнить балансировку сигналов кнопкой «Автобаланс». Проверить, что после балансировки сигнал установился примерно в центре комплексной плоскости. Если нет, то скорректировать усиление и повторить процедуру.

10.2.5 Равномерно перемещая меру относительно ВТП, наблюдать вывод сигналов на комплексной и проекционной плоскостях, затем приостановить сбор данных кнопкой . На проекционной плоскости должны наблюдаться сигналы от всех имеющихся на мере дефектов. Если сигналы не наблюдаются, то скорректировать масштаб и/или усиление (параметры «Усиление, дБ», «Усиление X, дБ», «Усиление Y, дБ»), затем повторить процедуру.

10.2.6 Кнопкой  активировать курсоры на проекционной плоскости, затем переместить курсоры в область сигналов от дефектов. Нажать кнопку  на проекционной плоскости и используя инструменты масштабирования ( и ) выделить участок со всеми сигналами от дефектов меры.

10.2.7 Кнопкой  активировать курсоры на проекционной плоскости, затем установить курсор на максимум сигнала от сквозного дефекта (глубина 100% толщины стенки). Для более точной установки на максимум сигнала скорректировать положение курсора по сигналу на комплексной плоскости годографа: отрегулировать масштаб комплексной плоскости (колесом мыши), чтобы на графике были видны сигналы от всех дефектов и переместить центр перекрестия курсора на максимум сигнала от дефекта. Скорректировать значение параметра «Фаза приема, гр.» на дефектоскопе таким образом, чтобы значение показания «Фаза» равнялось «0,0 гр.».

Примечание – При регулировке значения параметра «Фаза приема, гр.» следует установить курсор на необходимый разряд и регулировать значение колесом мыши.

10.2.8 Установить курсор на проекционной плоскости на максимум сигнала от дефекта с номинальным значением глубины 55 % толщины стенки. Для более точной установки на максимум сигнала скорректировать положение курсора по сигналу на комплексной плоскости годографа. Зафиксировать значение фазы сигнала, измеренное дефектоскопом (показание «Фаза»).

10.2.9 Повторить пункт 10.2.8 для дефекта с номинальным значением глубины 15 % толщины стенки.

10.2.10 Выбрать в строке меню «Параметры», затем «Калибровки «Фаза-Глубина». В появившемся окне «Калибровочная таблица «Фаза-Глубина» указать действительные значения глубины и соответствующие измеренные значения фазы для сигналов от дефектов с номинальным значением глубины 100, 55, 15 % толщины стенки, затем нажать кнопку «ОК» (рисунок 1).

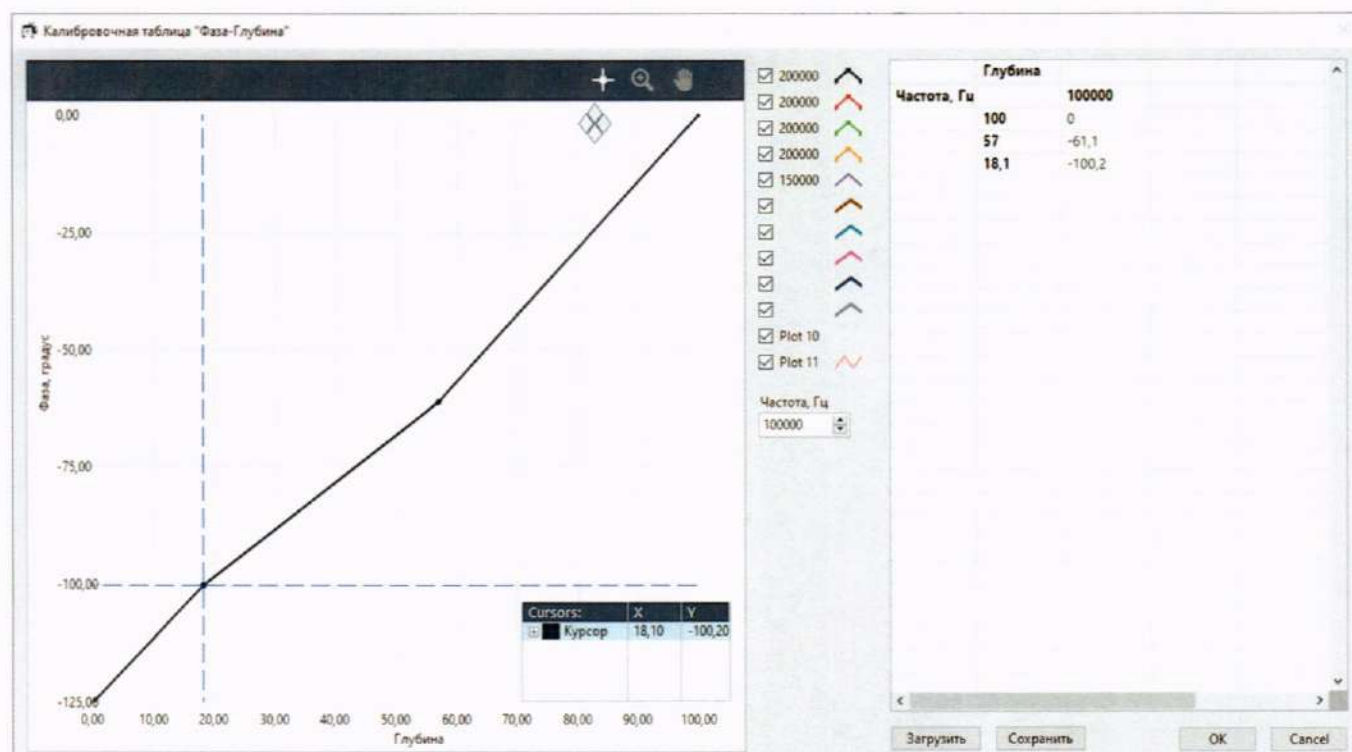


Рисунок 1 – Калибровочная таблица «Фаза-Глубина»

10.2.11 Установить курсор на проекционной плоскости на максимум сигнала от дефекта с номинальным значением глубины 75 % толщины стенки. Для более точной установки на максимум сигнала скорректировать положение курсора по сигналу на комплексной плоскости годографа. Зафиксировать значение глубины дефекта, измеренное дефектоскопом (показание «Глубина.»).

10.2.12 Повторить пункт 10.2.11 для дефектов с номинальными значениями глубины 35 и 10 % толщины стенки.

10.2.13 Для каждого измеренного дефекта рассчитать абсолютную погрешность измерений глубины дефектов по формуле

$$\Delta H = H_{изм} - H_{ном}, \quad (2)$$

где $H_{изм}$ – значение глубины дефекта, измеренное на дефектоскопе, % толщины стенки;
 $H_{ном}$ – действительное значение глубины дефекта, указанное в протоколе поверки меры, % толщины стенки.

10.2.14 Выполнить п.п. 10.2.1 - 10.2.13 для всех ВТП из комплекта дефектоскопа.

10.2.15 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если диапазон и абсолютная погрешность измерений глубины дефектов соответствуют значениям, указанным в таблице 1.

10.3 Проверка диапазона и определение относительной погрешности установки частоты сигнала возбуждения ВТП

10.3.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 2: подключить нагрузку 50 Ом и осциллограф к контактам генератора возбуждения ВТП на выходе электронного блока дефектоскопа. Подключить генератор ко второму каналу осциллографа.

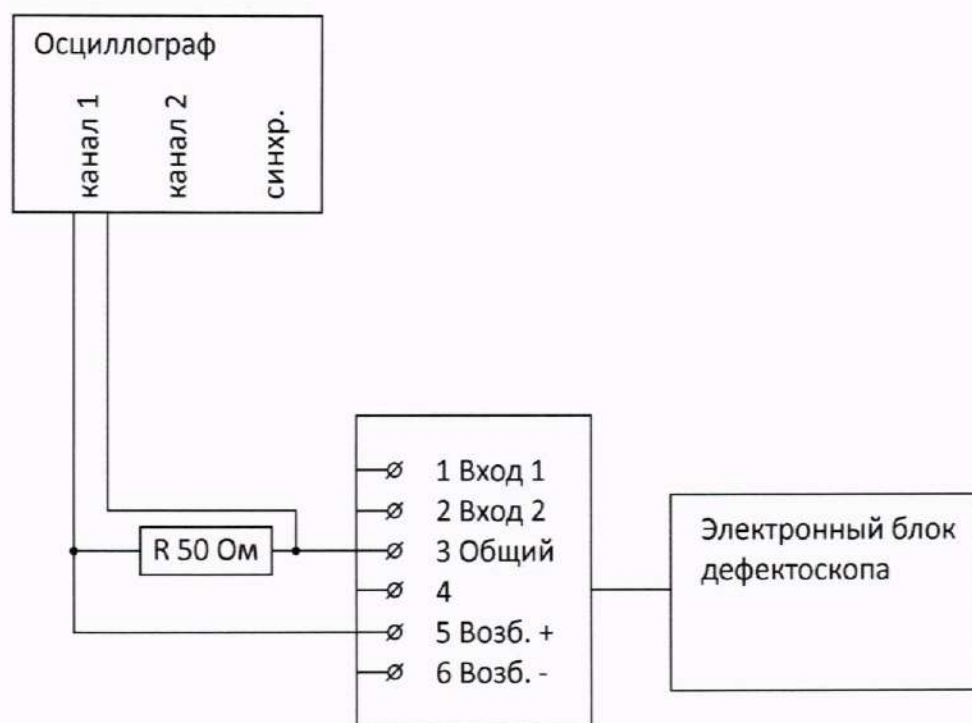


Рисунок 3 – Схема подключения (напряжение)

10.4.2 В окне программы установить значение 1 кГц для параметра «Частота возбуждения, Гц» и значение 100 % для параметра «Амплитуда возбуждения, %».

10.4.3 Измерить осциллографом размах напряжения на выходе электронного блока дефектоскопа.

10.4.4 Повторить операции по пунктам 10.4.2 - 10.4.3, устанавливая значения частоты равными 10; 100; 500; 1000 кГц.

10.4.5 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если размах напряжения возбуждения на нагрузке (50 ± 1) Ом соответствует значению, указанному в таблице 1.

10.5 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности установки коэффициента усиления предварительного усилителя приемника, проверка диапазона и определение абсолютной погрешности установки коэффициента усиления компонент X и Y приемника

10.5.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 4: подключить выход генератора импульсов через магазин затуханий к контактам приемника на входе электронного блока дефектоскопа. Подключение производить на нагрузке 50 Ом.

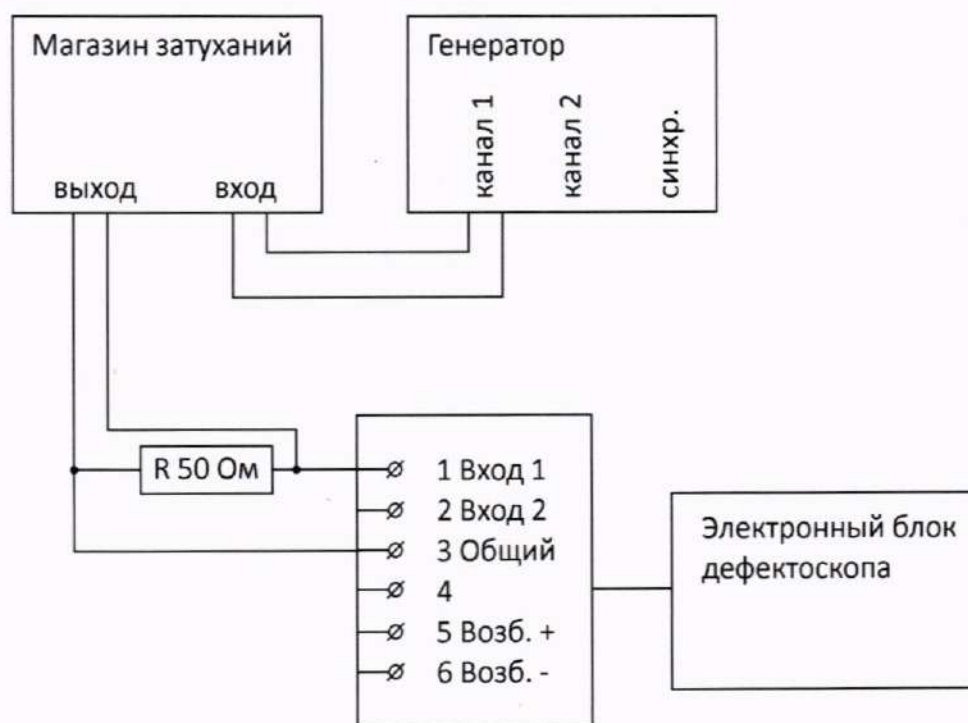


Рисунок 4 – Схема подключения (усиление)

10.5.2 Установить следующие значения параметров на дефектоскопе:

- Частота возбуждения, Гц – 100 000,0;
- Амплитуда возбуждения, % – 100,00;
- Фаза приема, гр. – 90,00;
- Амплитуда балансировки, % – 0,00;
- Фаза балансировки, гр. – 0,00;
- Усиление, дБ – 0,00;
- Усиление X, дБ – 0,00;
- Усиление Y, дБ – 0,00;
- ФНЧ – 100 Hz;
- ФВЧ – Off;
- Длина истории, сек – 1;
- Пороговое значение модуля – 0,001.

10.5.3 Установить начальное значение ослабления на магазине затуханий G_{00} 0 дБ.

10.5.4 Установить сигнал на генераторе: непрерывный, синус, частота 100 кГц, амплитуда 5 В. Установить (колесом мыши) такой масштаб на комплексной плоскости годографа дефектоскопа, чтобы сигнал занимал больше 80 % развертки.

10.5.5 Увеличить частоту сигнала на генераторе на 10 кГц, затем нажать кнопку «Автобаланс» на дефектоскопе и дождаться окончания процедуры балансировки. Уменьшить частоту сигнала на генераторе на 10 кГц.

10.5.6 Подобрать на генераторе значение частоты сигнала (частота сигнала на генераторе должна отличаться от установленной на дефектоскопе частоты возбуждения не более чем на 1 %) таким образом, чтобы сигнал на комплексной плоскости годографа дефектоскопа описывал овал со скоростью, превышающей длину истории развертки (фигура на комплексной плоскости должна быть замкнута, как показано на рисунке 5).

10.5.7 Установить такое значение амплитуды сигнала на генераторе, чтобы сигнал на комплексной плоскости годографа соответствовал границам масштабной сетки, как показано на рисунке 5.

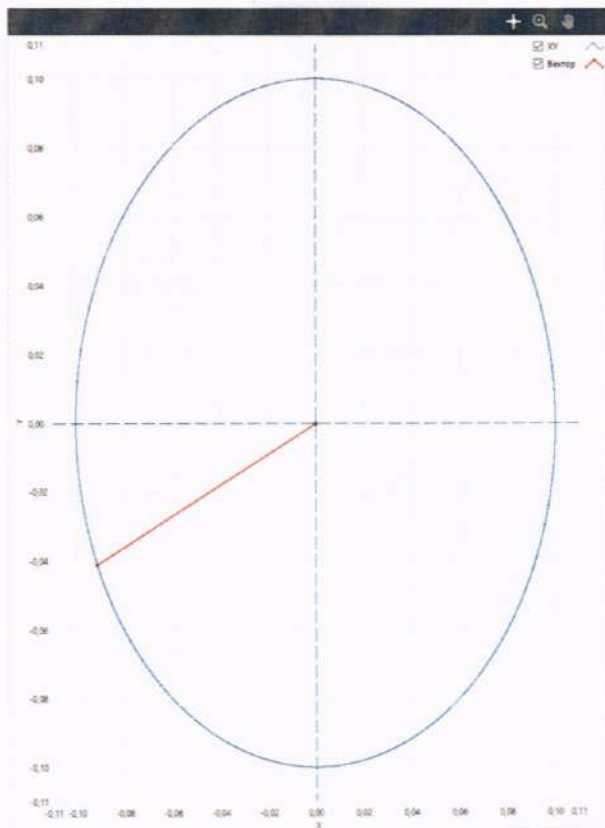


Рисунок 5 – Сигнал на комплексной плоскости годографа

10.5.8 Установить текущее значение коэффициента усиления предварительного усилителя приемника дефектоскопа (параметр «Усиление, дБ») $G_{y1} = 6$ дБ.

10.5.9 Установить ослабление на магазине затуханий таким образом, чтобы сигнал на комплексной плоскости годографа дефектоскопа занимал прежний уровень, установленный в п. 10.5.7. Зафиксировать полученное значение ослабления на магазине затуханий G_{o1} , дБ

Примечание - Если положение сигнала сместилось относительно центра комплексной плоскости годографа, то увеличить частоту сигнала на генераторе на 10 кГц, нажать кнопку «Установка нуля» на дефектоскопе, затем уменьшить частоту сигнала на генераторе на 10 кГц и продолжить измерение.

10.5.10 Рассчитать абсолютную погрешность установки коэффициента усиления предварительного усилителя приемника ΔG , дБ, по формуле

$$\Delta G = G_{oi} - G_{yi}, \quad (4)$$

где G_{yi} – текущее значение усиления для i -й точки диапазона, установленное на дефектоскопе (параметр «Усиление, дБ»), дБ;

G_{oi} – текущее значение ослабления для i -й точки диапазона, установленное на магазине затуханий, дБ;

i – текущая точка диапазона.

10.5.11 Выполнить пункты 10.5.8 - 10.5.10, для следующих значений усиления на дефектоскопе (параметр «Усиление, дБ»): 10, 20, 30, 40 дБ.

10.5.12 Установить следующие значения параметров на дефектоскопе:

- Усиление, дБ – 0,00;
- Усиление X, дБ – 0,00;

– Усиление Y , дБ – 0,00.

10.5.13 Установить начальное значение ослабления на магазине затуханий G_{Ox0} 0 дБ.

10.5.14 Если положение сигнала сместилось относительно центра комплексной плоскости годографа, то увеличить частоту сигнала на генераторе на 10 кГц, нажать кнопку «Установка нуля» на дефектоскопе, затем уменьшить частоту сигнала на генераторе на 10 кГц и продолжить измерение. Выполнить п. 10.5.7.

10.5.15 Установить текущее значение коэффициента усиления компоненты X приемника (параметр «Усиление X , дБ») $G_{Yx1} = 6$ дБ.

10.5.16 Установить ослабление на магазине затуханий таким образом, чтобы сигнал на комплексной плоскости годографа дефектоскопа занимал прежний уровень по компоненте X , установленный в п. 10.5.14. Зафиксировать полученное значение ослабления на магазине затуханий G_{Ox1} , дБ

10.5.17 Рассчитать абсолютную погрешность установки коэффициента усиления компоненты X приемника ΔG_x , дБ, по формуле

$$\Delta G_x = G_{Oxi} - G_{Yxi}, \quad (5)$$

где G_{Yxi} – текущее значение усиления для i -й точки диапазона, установленное на дефектоскопе (параметр «Усиление X , дБ»), дБ;

G_{Oxi} – текущее значение ослабления для i -й точки диапазона, установленное на магазине затуханий, дБ;

i – текущая точка диапазона.

10.5.18 Выполнить пункты 10.5.15 - 10.5.17, для следующих значений усиления на дефектоскопе (параметр «Усиление X , дБ»): 10, 20, 30, 40 дБ.

10.5.19 Выполнить п.п. 10.5.12 - 10.5.18 для компоненты Y (параметр «Усиление Y , дБ»).

10.5.20 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если диапазон и абсолютная погрешность установки коэффициента усиления предварительного усилителя приемника, диапазона и абсолютная погрешность установки коэффициента усиления компонент X и Y приемника соответствуют значениям, указанным в таблице 1.

10.6 Проверка диапазона и определение абсолютной (относительной) погрешности измерений координаты дефектов

10.6.1 Подключить энкодер из комплекта дефектоскопа к разъему синхронизации дефектоскопа.

10.6.2 Выбрать в строке меню пункт «Параметры», затем «Энкодер, счетчик импульсов».

10.6.3 В появившемся окне активировать функцию энкодера (параметр «Разрешение работы энкодера»).

10.6.4 Вытянуть некоторое количество ленты рулетки, затем установить и закрепить рулетку на столе при помощи трубки таким образом, чтобы было пространство для свободного вытягивания ленты, а вытягиваемая лента касалась поверхности стола.

10.6.5 Установить на ленту рулетки колесо энкодера таким образом, чтобы оно вращалось при вытягивании ленты. Зафиксировать энкодер в этом положении, закрепив его держатель трубки на поверхности стола.

10.6.6 Переместить ленту рулетки в начальное положение и зафиксировать показания рулетки.

10.6.7 Обнулить показания энкодера на дефектоскопе (выбрать в строке меню пункт «Параметры», затем «Энкодер, счетчик импульсов», затем в появившемся окне установить значение «0» для параметра «текущее значение счетчика энкодера»). Установить значение «1000» для параметра «Масштабный коэффициент, нм/имп» (рисунок 6).

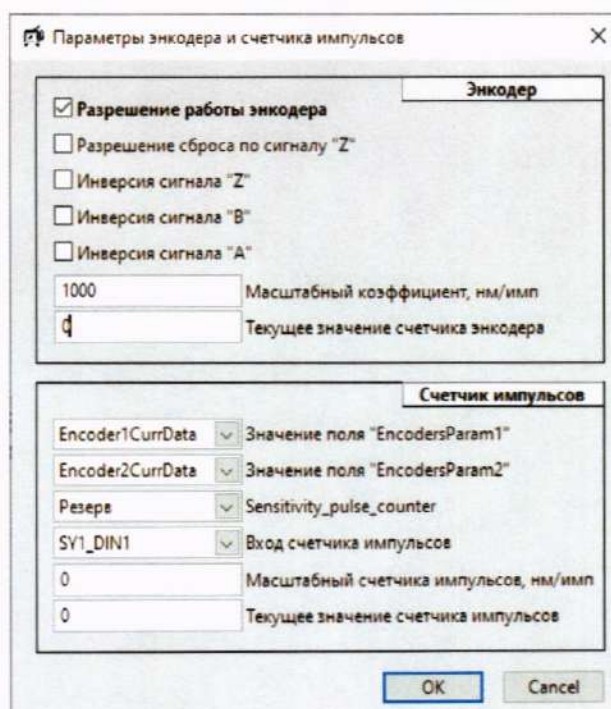


Рисунок 6 – Окно «Параметры энкодера и счетчика импульсов»

10.6.8 Переместить ленту рулетки относительно колеса энкодера на расстояние R , мм (рекомендуемое расстояние – 5000 мм), обеспечивая при этом их постоянное соприкосновение.

10.6.9 Зафиксировать показание энкодера на дефектоскопе S , мм (показание «Энкодер 1»).

10.6.10 Рассчитать коэффициент энкодера K по формуле

$$K = \frac{R \cdot 1000}{|S|}, \quad (6)$$

где R – значение расстояния перемещения, выбранное для калибровки энкодера, мм;
 S – значение показания «Энкодер 1», мм.

10.6.11 Переместить ленту рулетки в начальное положение и зафиксировать показания рулетки.

10.6.12 Обнулить показания энкодера на дефектоскопе (выбрать в строке меню пункт «Параметры», затем «Энкодер, счетчик импульсов», затем в появившемся окне установить значение «0» для параметра «текущее значение счетчика энкодера»). Установить значение K , нм/имп, рассчитанное в пункте 10.6.10 для параметра «Масштабный коэффициент, нм/имп».

10.6.13 Переместить ленту рулетки относительно колеса энкодера на расстояние 10 мм, обеспечивая при этом их постоянное соприкосновение. Зафиксировать показание энкодера (координаты дефектов) на дефектоскопе (показание «Энкодер 1»).

10.6.14 Выполнить п. 10.6.13 перемещая ленту на расстояние 500, 1000, 10000, 22000 мм.

Примечание – Допускается измерять расстояние в несколько проходов. Для этого необходимо приподнять колесо энкодера, чтобы оно не вращалось при перемещении ленты и переместить ленту рулетки в начальное положение. Затем опустить колесо энкодера и переместить ленту на необходимое расстояние. Сумму расстояний выполненных перемещений ленты принять как общее расстояние перемещения ленты.

10.6.15 Рассчитать для каждой измеренной точки абсолютную погрешность измерений координаты дефектов ΔL , мм, по формуле

$$\Delta L = |X| - L, \quad (7)$$

где L – значение расстояния перемещения согласно показаниям рулетки, мм;

X – измеренное дефектоскопом значение координаты дефектов, мм.

10.6.16 Рассчитать для каждой точки диапазона св. 1000 до 22000 мм относительную погрешность измерений линейной координаты δL , %, по формуле

$$\delta L = \frac{\Delta L}{L} \cdot 100, \quad (8)$$

где ΔL – абсолютная погрешность измерений координаты дефектов, мм;

L – значение расстояния перемещения согласно показаниям рулетки, мм.

10.6.17 Выполнить п.п. 10.6.1 - 10.6.16 для всех энкодеров из комплекта дефектоскопа.

10.6.18 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если диапазон и абсолютная (относительная) погрешности измерений координаты дефектов соответствуют значениям, указанным в таблице 1.

10.7 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.7.1 Положительное решение о соответствии дефектоскопа метрологическим требованиям и пригодности к дальнейшему применению выносится на основании выполнения всех операций поверки по данной методике и при получении значений измеренных физических величин с погрешностями, не превышающими указанных в таблице 1.

10.7.2 Отрицательное решение о несоответствии дефектоскопа метрологическим требованиям и непригодности к дальнейшему применению выносится на основании выполнения любой из операций поверки по данной методике и при получении значений измеренных физических величин с погрешностями, превышающими указанные в таблице 1.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки в произвольной форме. Протокол может храниться на электронных носителях.

11.2 При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению и по заявлению владельца средства измерений может быть оформлено свидетельство о поверке в установленной форме. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

11.3 При отрицательных результатах поверки средство измерений признается непригодным к применению и по заявлению владельца средства измерений может быть оформлено извещение о непригодности в установленной форме с указанием причин непригодности.

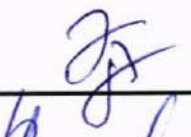
11.4 Сведения о результатах поверки (как положительные, так и отрицательные) передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Ведущий инженер
по метрологии



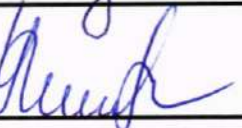
И.А. Смирнова

Ведущий инженер
по метрологии



А.С. Крайнов

Главный метролог



А.В. Галкина

Приложение А
(рекомендуемое)
Структура локальной поверочной схемы

