

СОГЛАСОВАНО

Директор  
ФГАУ «ИУЦСК при МГТУ  
им. Н.Э. Баумана»

Н.П. Алешин

М.П.

« 22 » 09 2015 г.



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора  
ФГУП «ВНИИОФИ»

Н.П. Муравская

М.П.

« 22 » 09 2015 г.



**Комплексы для автоматизированного ультразвукового контроля  
кольцевых сварных соединений при строительстве и ремонте  
трубопроводов**

**Методика поверки  
МП 047.Д4-15**

1.Р.164161-16

Главный метролог  
ФГУП «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

« 22 » 09 2015 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	3
2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	3
3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	3
4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ.....	5
5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	5
6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.....	5
7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ.....	5
8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	5
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	24
ПРИЛОЖЕНИЕ А (ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ).....	25

## 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической проверок комплексов для автоматизированного ультразвукового контроля кольцевых сварных соединений при строительстве и ремонте трубопроводов (далее по тексту – комплексов).

Комплексы предназначены для измерений амплитуд эхо-сигналов и времени эхо-сигналов, отраженных от дефектов типа нарушения сплошности или однородности материала, измерений координат обнаруженных дефектов в кольцевых и продольных сварных соединениях магистральных трубопроводов диаметром от 530 мм до 1420 мм с толщиной стенки от 8 до 40 мм.

Межповерочный интервал – 1 год.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении первичной (в том числе после ремонта) и периодической проверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции первичной и периодической проверок

Наименование операций	Номер пункта методики
Внешний осмотр	8.1
Идентификация программного обеспечения (ПО)	8.2
Опробование	8.3
Определение амплитуды, частоты заполнения и частоты следования импульсов генератора импульсов возбуждения (ГИВ)	8.4
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений амплитуды сигнала	8.5
Определение полосы пропускания	8.6
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений временных интервалов	8.7
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений координаты дефектов вдоль сварного шва трубы	8.8
Определение скорости сканирования	8.9
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефектов	8.10

2.2 Проверку средств измерений осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

2.3 Проверка комплекса прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, а комплекс признают не прошедшим поверку.

## 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 Рекомендуемые средства поверки указаны в таблице 2.

3.2 Средства поверки должны быть поверены и аттестованы в установленном порядке.

3.3 Приведенные средства поверки могут быть заменены на их аналоги, обеспечивающие определение метрологических характеристик комплекса с требуемой точностью.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование средства измерений или вспомогательного оборудования, номер документа, регламентирующего технические требования к средству, разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
8.4, 8.7	Осциллограф цифровой TDS2012B. Диапазон измеряемых размахов напряжений импульсных радиосигналов от 10 мВ – до 400 В (с делителем 1:10). Пределы допускаемой относительной погрешности измерений амплитуд сигналов для коэффициентов отклонения от 10 мВ/дел до 5 В/дел - $\pm 3\%$ .
8.5, 8.6, 8.7	Генератор сигналов сложной формы AFG3022. Синусоидальный сигнал от 1 кГц до 20 МГц, диапазон напряжений от 10 мВ до 10 В, погрешность $\pm (1\% \text{ от величины} + 1 \text{ мВ})$ , амплитудная неравномерность (до 5 МГц) $\pm 0,15 \text{ дБ}$ , (от 5 до 20 МГц) $\pm 0,3 \text{ дБ}$ , пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \text{ ppm}$ .
8.5, 8.6	Магазин затуханий МЗ-50-2. Диапазон частот: от 0 до 50 МГц. Декады: $4 \times 10 \text{ дБ}$ , $11 \times 1 \text{ дБ}$ , $11 \times 0,1 \text{ дБ}$ , $0-40-70 \text{ дБ}$ . Погрешность разностного затухания на постоянном токе: $\pm (0,05 - 0,25)\%$ ; на переменном токе: $\pm (0,1 - 0,4)\%$ .
8.8	Рулетка измерительная металлическая типа Р. Диапазон измерений от 0 до 2 м. Пределы допускаемой абсолютной погрешности для отрезка шкалы 1 м и более $+ [0,30 + 0,15 (L-1)] \text{ мм}$ , где L – число полных и неполных метров в отрезке.
8.9	Секундомер электронный «Интеграл С-01». Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений интервалов времени $\pm (9,6 \cdot 10^{-6} \cdot T_x + 0,01) \text{ с}$ .
8.10	Контрольный образец №2 из комплекта контрольных образцов и вспомогательных устройств КОУ-2. Высота образца 59 мм, боковые цилиндрические отверстия диаметром 2 и 6 мм. Скорость продольной ультразвуковой волны в образце $(5900 \pm 118) \text{ м/с}$ .
8.10	Микроскоп большой инструментальный БМИ-1. Пределы измерений длин микровинтами от 0 до 25 мм. Цена деления шкал микровинтов 0,005 мм. Пределы допускаемой погрешности измерений $\pm 0,003 \text{ мм}$ .
Вспомогательное оборудование	
8.4, 8.5, 8.6, 8.7	Согласующая нагрузка – резистор 50 Ом.
8.4	Делитель 1:10.
8.7	Согласователь.
8.4, 8.5, 8.6, 8.7	Переходник BNC.
8.8, 8.9	Образцы трубы с кольцевым сварным соединением диаметром не менее 530 мм.
8.10	Стандартный образец предприятия СОП-ПОВ-01.

## **4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

Лица, допускаемые к проведению поверки, должны изучить устройство и принцип работы комплекса и средств поверки по эксплуатационной документации.

## **5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

5.1. Работа с комплексом и средствами поверки должна проводиться согласно требованиям безопасности при работе с электроизмерительными приборами, указанным в руководствах по эксплуатации (РЭ) на приборы.

5.2. При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности согласно ГОСТ 12.3.019-80.

5.3 Освещенность рабочего места поверителя должна соответствовать требованиям санитарных правил и норм СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

## **6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ**

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура окружающего воздуха ( $20 \pm 5$ ) °С;
- относительная влажность воздуха ( $65 \pm 15$ ) %;
- атмосферное давление ( $750 \pm 30$ ) мм рт.ст. [ $(100 \pm 4)$  кПа].

6.2 Внешние электрические и магнитные поля должны находиться в пределах, не влияющих на работу комплекса и средств поверки.

## **7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

7.1. Если комплекс и средства поверки до начала измерений находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 6.1, то их выдерживают при этих условиях не менее часа, или времени, указанного в эксплуатационной документации.

7.2. Подготовить комплекс и средства поверки к работе в соответствии с их РЭ.

## **8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

### **8.1 Внешний осмотр**

8.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие комплекса следующим требованиям:

- комплектность комплекса в соответствии с РЭ;
- отсутствие явных механических повреждений, влияющих на работоспособность комплекса;
- наличие маркировки на электронном блоке комплекса и акустическом блоке.

8.1.2 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если комплекс соответствует требованиям, приведенным в пункте 8.1.1.

### **8.2. Идентификация программного обеспечения (ПО)**

8.2.1 Включить компьютер. После загрузки операционной системы запустить на компьютере программу «Ultra-PE1420».

8.2.2 Выбрать в строке меню пункт «?», затем пункт «О программе». В появившемся окне прочитать идентификационные данные ПО.

8.2.3 Проверить идентификационные данные ПО на соответствие значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Ultra-PE1420	5.0.0.5811 и выше	–	–

8.2.4 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.


### 8.3 Опробование

8.3.1 Включить питание датчика контроля положения шва при помощи тумблера, расположенного на боковой панели блока.

8.3.2 После включения питания происходит самодиагностика блока слежения. Все три светодиода горят непрерывно в течение 3 с. После этого, при наличии готовности к работе, зеленый светодиод мигает, а красные показывают направление, в котором произойдет коррекция траектории после включения привода вперед.

8.3.3 Нажать кнопку «ВКЛ» на боковой панели электронного блока. Если включение прошло нормально, на боковой панели электронного блока включится зеленый светодиод, и на блоке управления датчика контроля положения шва индикация зеленого светодиода становится непрерывной. Через 5 - 7 секунд на экране компьютера появится индикатор соединения по беспроводной связи с комплексом. Если компьютер готов к работе, то в меню программы загорится индикатор «ГОТОВО».

8.3.4 Откройте вкладку «РА»  - третью в левом верхнем углу окна программы «Ultra-PE1420».

8.3.5 В правой части окна программы отобразится окно настроек. Во вкладке  «Зондирующие импульсы» установить частоту заполнения импульсов ГИВ 4 МГц и отключить функцию автоотключения в соответствии с рисунком 1.

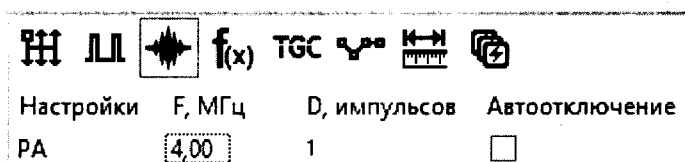


Рисунок 1 – Установка значения частоты импульсов ГИВ.

8.3.6 В левой части вкладки «Каналы» выбрать вкладку «РА-комб». В первом программном канале выключить все генераторы и приемники физических каналов кроме первых (рисунок 2). Убедиться в наличии импульса ГИВ на А-Скане данного программного канала.

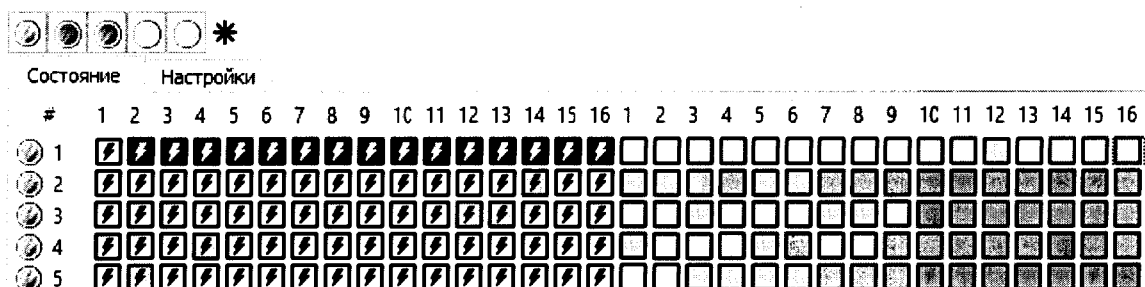



Рисунок 2 – Включение первого генератора и приемника.


8.3.7 Произвести действия, описанные в пункте 8.3.6 для всех физических каналов во всех программных каналах.

8.3.8 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если для всех физических каналов во всех программных каналах можно убедиться в наличии импульса ГИВ на А-Скане данного программного канала.

## 8.4 Определение амплитуды, частоты заполнения и частоты следования импульсов генератора импульсов возбуждения (ГИВ)

8.4.1 Включить все генераторы и приемники физических каналов.

8.4.2 Откройте вкладку «РА»  - третью в левом верхнем углу окна программы.

8.4.3 В правой части окна программы отобразится окно настроек. Во вкладке  «Зондирующие импульсы» установить частоту заполнения импульсов ГИВ 4 МГц и отключить функцию автоотключения в соответствии с рисунком 1.

8.4.4 Подключите входной разъем осциллографа к одному из физических каналов разъема подключения акустических блоков на электронном блоке комплекса (для подключения используется переходник на BNC). Соединение производить через делитель 1:10, на нагрузке 50 Ом. Схема соединения приведена на рисунке 3.

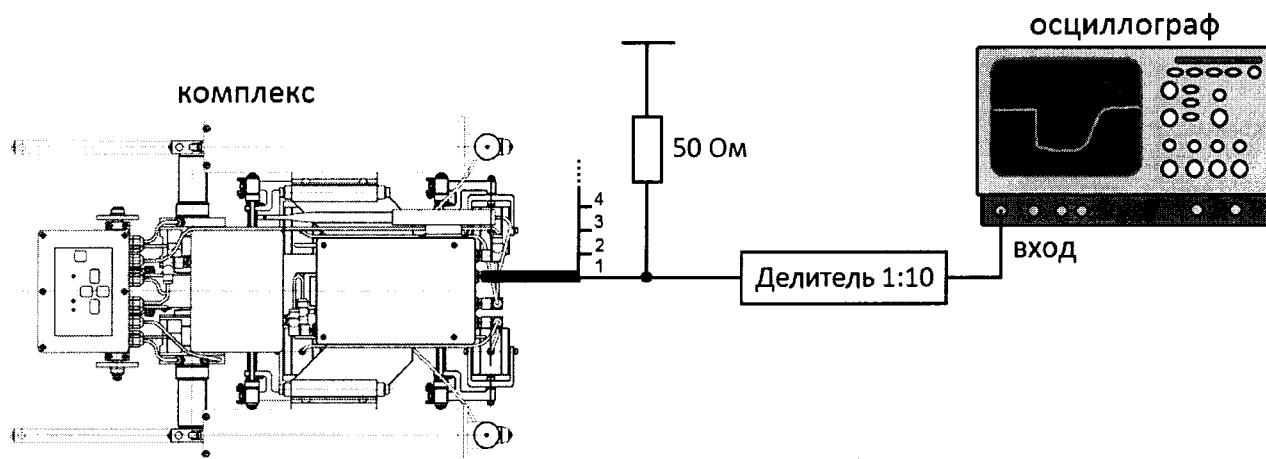


Рисунок 3 – Схема соединения.

8.4.5 Произвести измерение амплитуды импульсов ГИВ  $A_{И}$  осциллографом как показано на рисунке 4. Измерения выполнить пять раз, результат усреднить.

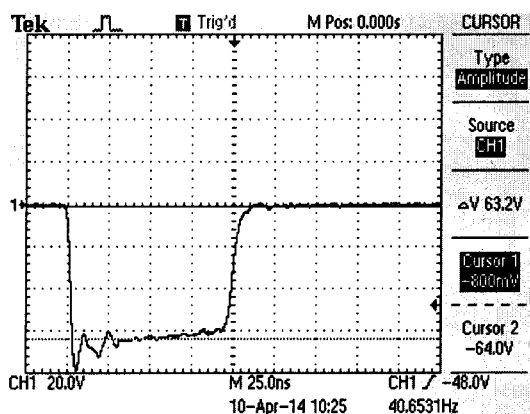


Рисунок 4 – Экран осциллографа при измерении амплитуды импульсов ГИВ.

8.4.6 Вычислить отклонение установки амплитуды импульсов ГИВ по формуле:

$$\Delta A = A_{И} - A_{Н}, \text{ В}, \quad (1)$$

где  $A_{Н}$  – номинальное значение амплитуды импульсов ГИВ, установленное для канала комплекса, В;

$A_{И}$  – измеренное осциллографом значение амплитуды импульсов ГИВ, В.

8.4.7 Произвести измерение частоты заполнения импульсов ГИВ  $2F_{И}$  осциллографом как показано на рисунке 5. Учитывать, что измерение производится для полупериода импульсов ГИВ. Измерения выполнить пять раз, результат усреднить.

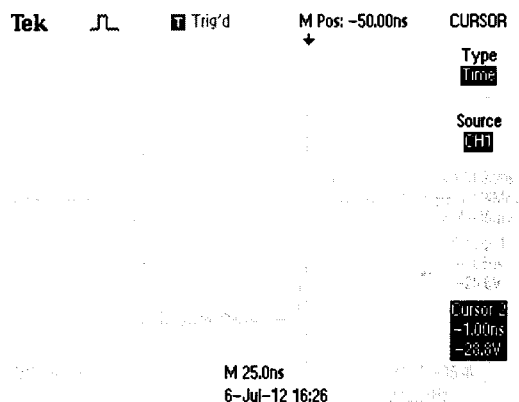


Рисунок 5 – Экран осциллографа при измерении частоты заполнения импульсов ГИВ (частота  $2F_{И}$  измерена по полупериоду).

8.4.8 Вычислить отклонение установки частоты заполнения импульсов ГИВ по формуле:

$$\delta F = \frac{F_{И} - F_{Н}}{F_{Н}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где  $F_{Н}$  – номинальное значение частоты заполнения импульсов ГИВ установленное для канала комплекса, МГц;

$F_{И}$  – измеренное осциллографом значение частоты заполнения импульсов ГИВ, МГц.

8.4.9 Установить частоту заполнения импульсов ГИВ 10 МГц (рисунок 1) и повторить измерения согласно пунктам 8.4.7-8.4.8.

8.4.10 Установить частоту заполнения импульсов ГИВ 2,5 МГц (рисунок 1) и повторить измерения согласно пунктам 8.4.7-8.4.8.

8.4.11 Произвести измерение частоты следования импульсов ГИВ осциллографом как показано на рисунке 6. Измерения выполнить пять раз, результат усреднить.

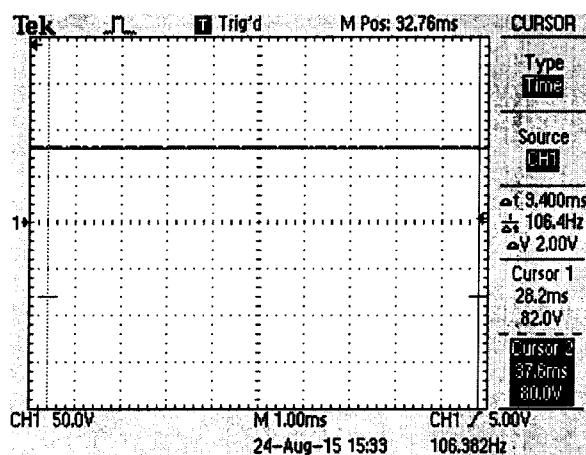


Рисунок 6 – Экран осциллографа при измерении частоты следования импульсов ГИВ.



8.4.12 Повторить измерения согласно пунктам 8.4.3-8.4.11 для второго разъёма акустического блока.

8.4.13 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если амплитуда импульсов ГИВ соответствует  $80 \pm 8$  В, диапазон установки частоты заполнения импульсов ГИВ соответствует диапазону от 2,5 до 10 МГц, отклонение установки частоты заполнения импульсов ГИВ не превышает  $\pm 10$  %, частота следования импульсов ГИВ не превышает 100 Гц.

### 8.5 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений амплитуды сигнала

8.5.1 Во вкладке «Зондирующие импульсы» программы «Ultra-PE1420» включить функцию «Автотключение» в соответствии с рисунком 7.

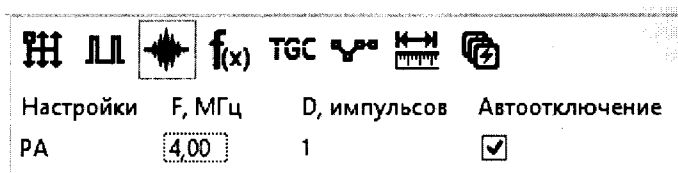


Рисунок 7 – Автотключение импульсов ГИВ.

8.5.2 Во вкладке «Фильтрация» отключить все параметры в соответствии с рисунком 8.

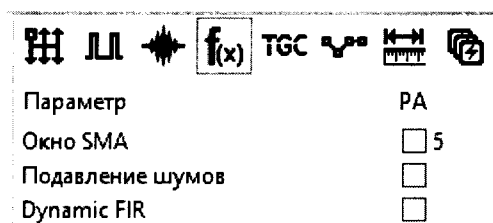


Рисунок 8 – Отключение параметров фильтрации.

8.5.3 В левой части вкладки «Каналы» выбрать вкладку «РА-комб» и отключить все программные каналы кроме первого – для разъема «Tr1» или семнадцатого – для разъема «Tr2». В первом или семнадцатом программных каналах выключить генераторы всех физических каналов и включить один приемник, соответствующий физическому каналу, к которому подключен генератор в соответствии с рисунком 9.

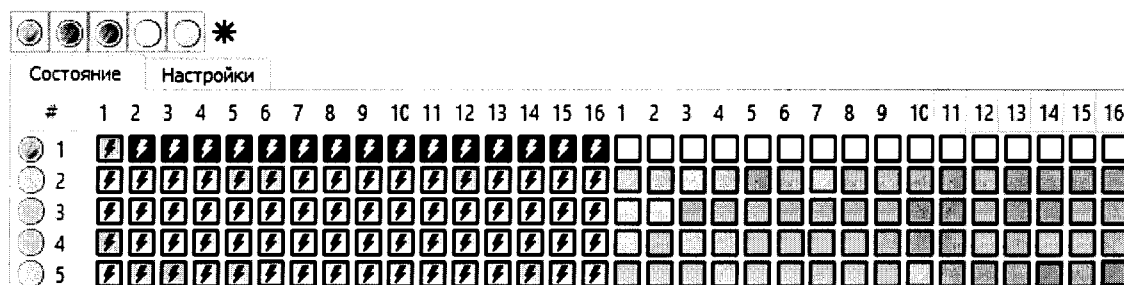


Рисунок 9 – Отключение генераторов и включение приемника.

8.5.4 Подключить выход генератора к одному из физических каналов разъема подключения акустических блоков на электронном блоке комплекса, через магазин затуханий как показано рисунке 10. Используется нагрузка 50 Ом.

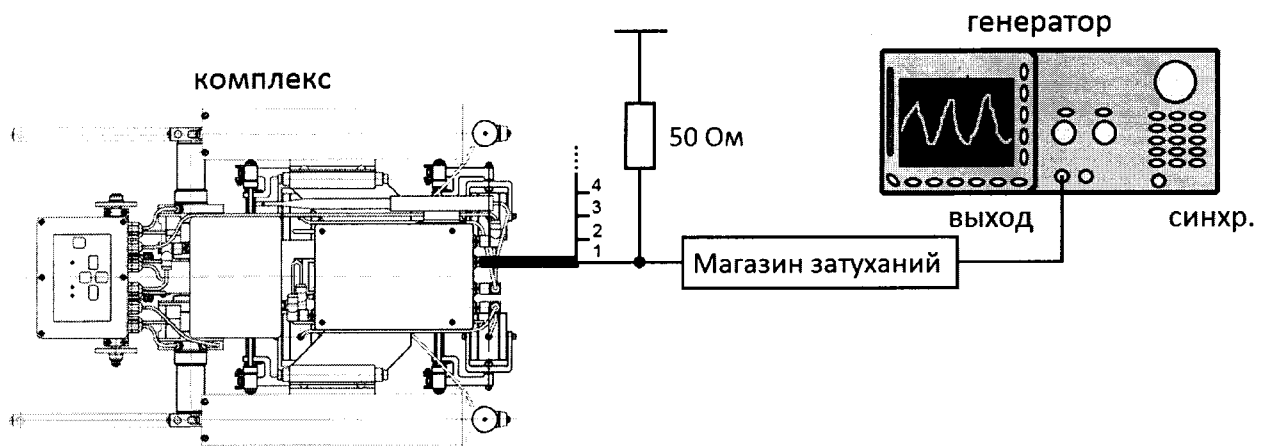


Рисунок 10 – Схема соединения.

8.5.5 В окне отображения развертки выбрать первый канал при подключении генератора к разъему «Tr1» или семнадцатый канал при подключении генератора к разъему «Tr2». Установить усиление канала равным 20 % в соответствии с рисунком 11.

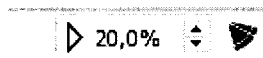


Рисунок 11 – Установка усиления на канале.

8.5.6 В появившемся меню, после клика правой клавишей мыши на экране развертки, выбрать пункт «Настройки...» (рисунок 12, а). В появившемся окне выбрать вкладку «Шкала», в области «Шкала Y» выбрать измерение в дБ согласно рисунку 12, б.

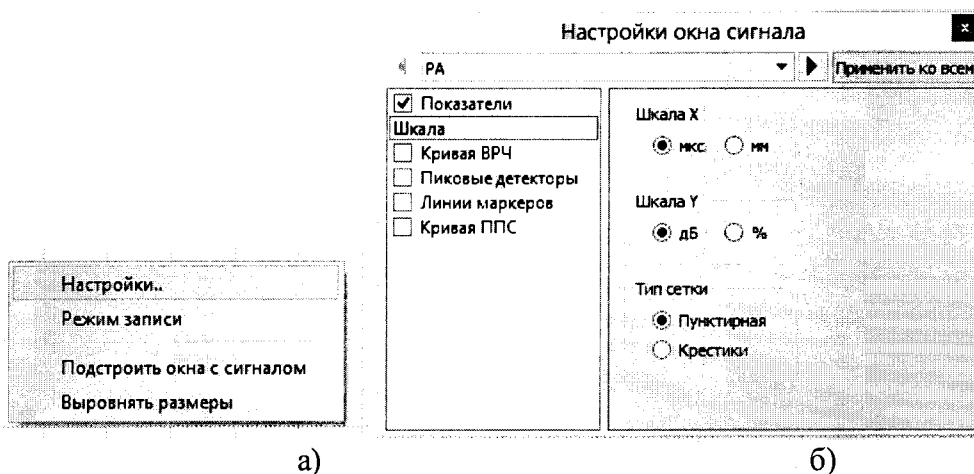


Рисунок 12 – Настройка единиц измерения амплитуды сигналов.

8.5.7 Установить настройки на генераторе: непрерывный сигнал, синус, частота 4 МГц.

8.5.8 Путем изменения амплитуды сигнала на генераторе или ослабления на магазине затуханий, получить амплитуду сигнала на комплексе равную 0 дБ. Текущее измеренное значение амплитуды сигнала отображается в правом верхнем углу развертки в поле строки «N» фиолетового цвета (рисунок 13).

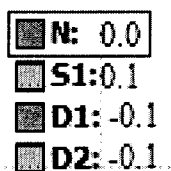


Рисунок 13 – Отображение значения амплитуды сигнала.

8.5.9 Увеличивать ослабление на магазине затуханий 38 раз с шагом 1 дБ и фиксировать измеренные значения амплитуды сигнала на экране комплекса.

8.5.10 Рассчитать абсолютную погрешность измерений амплитуды сигнала по формуле:

$$\Delta G = \left| G_{\kappa}^{тек} - G_{\kappa}^{нач} \right| - \left| G_{M3}^{тек} - G_{M3}^{нач} \right|, \text{ дБ}, \quad (3)$$

где  $G_{M3}^{нач}$  – начальное значение ослабления на магазине затуханий, установленное в пункте 8.5.8, дБ;

$G_{M3}^{тек}$  – текущее значение ослабления на магазине затуханий, дБ;

$G_{\kappa}^{нач}$  – начальное значение амплитуды сигнала на экране комплекса, полученное в пункте 8.5.8, дБ;

$G_{\kappa}^{тек}$  – текущее измеренное значение амплитуды сигнала на экране комплекса, дБ.

8.5.11 Повторить измерения согласно пунктам 8.5.1-8.5.10 для второго разъёма электронного блока.

8.5.12 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если диапазон измерений амплитуды сигнала от – 38 до 0 дБ, абсолютная погрешность измерений амплитуды сигнала составляет  $\pm 3$  дБ в диапазоне от – 34 до – 38 дБ и  $\pm 2$  дБ в диапазоне от – 34 до 0 дБ.

## 8.6 Определение полосы пропускания

8.6.1 Произвести настройки в программе «Ultra-PE1420» в соответствии с пунктами 8.5.1-8.5.3.

8.6.2 Подключить выход генератора к одному из физических каналов разъёма подключения акустических блоков на электронном блоке комплекса, через магазин затуханий как показано рисунке 10. Используется нагрузка 50 Ом.

8.6.3 В появившемся меню после клика правой клавишей мыши на экране развертки выбрать пункт «Настройки...» (рисунок 12, а). В появившемся окне (рисунок 12, б) выбрать вкладку «Шкала», в области «Шкала Y» выбрать измерение в %.

8.6.4 Установить настройки на генераторе: непрерывный сигнал, синус, частота 5 МГц.

8.6.5 Путем изменения усиления на комплексе, ослабления на магазине затуханий или изменения амплитуды сигнала на генераторе, получить амплитуду сигнала на комплексе, равную 80 % высоты экрана.

8.6.6 Уменьшать частоту сигнала на генераторе до тех пор, пока амплитуда сигнала на комплексе не станет равной 40 % высоты экрана. Зафиксировать установленное значение частоты на генераторе.

8.6.7 Установить настройки на генераторе: непрерывный сигнал, синус, частота 5 МГц.

8.6.8 Увеличивать частоту сигнала на генераторе до тех пор, пока амплитуда сигнала на комплексе не станет равной 40 % высоты экрана. Зафиксировать установленное значение частоты на генераторе.

8.6.9 Повторить измерения согласно пунктам 8.6.2-8.6.8 для второго разъёма акустического блока.

8.6.10 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если нижняя граничная частота полосы пропускания находится в пределах  $2,50 \pm 0,25$  МГц; верхняя граничная частота - в пределах  $10 \pm 1$  МГц.

## 8.7 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений временных интервалов

8.7.1 В правой части окна программы «Ultra-PE1420» выбрать вкладку «Зондирующие импульсы». Установить частоту заполнения импульсов ГИВ 4 МГц и отключить функцию автоотключения в соответствии с рисунком 1.

8.7.2 В левой части вкладки «Каналы» выбрать вкладку «РА-комб» и отключить все программные каналы кроме первого – для разъема «Tr1» или семнадцатого – для разъема «Tr2». В первом или семнадцатом программных каналах выключить генераторы всех физических каналов кроме канала, к которому подключен разъем синхронизации генератора. Включить один приемник, соответствующий физическому каналу, к которому подключен выход генератора (рисунок 14).

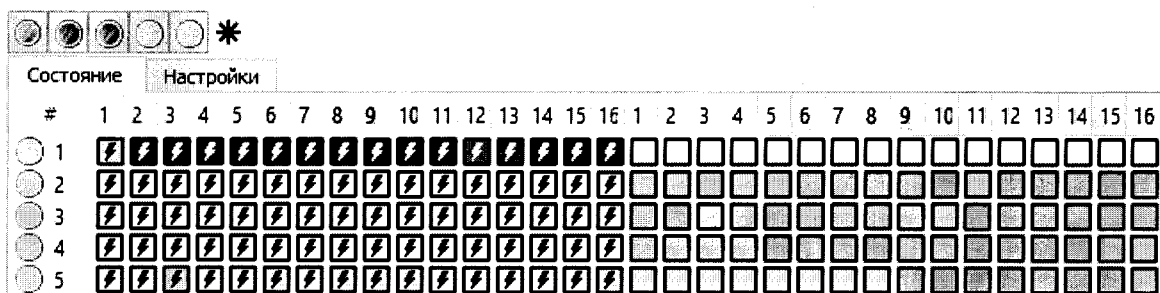


Рисунок 14 – Включение соответствующих генератора и приемника.

8.7.3 Подключить разъем синхронизации генератора к одному из физических каналов разъема подключения акустических блоков на электронном блоке комплекса через согласователь как показано рисунке 15. Используется нагрузка 50 Ом. Сигнал синхронизации контролировать осциллографом.

8.7.4 Подключить выход генератора к другому физическому каналу разъема подключения акустических блоков на электронном блоке комплекса.

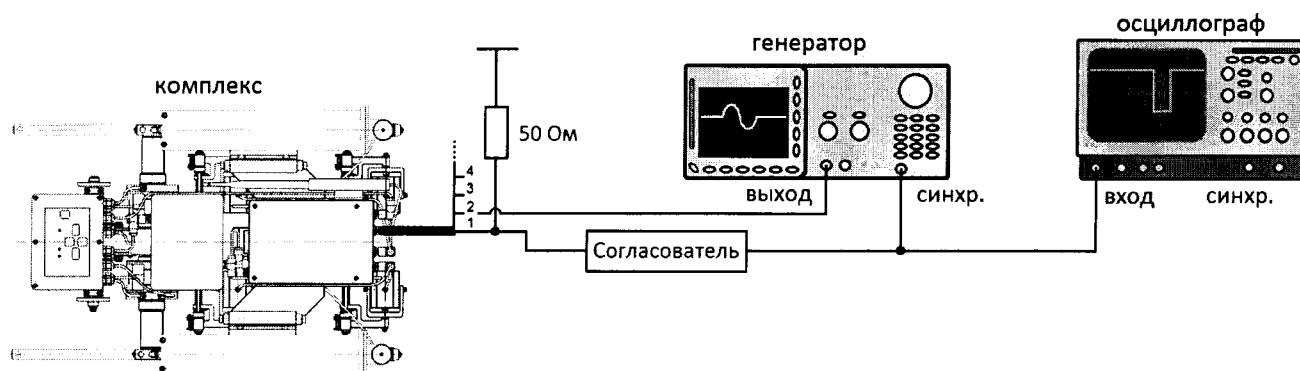


Рисунок 15 – Схема соединения.

8.7.5 Установить настройки на генераторе: пачка, 1 цикл, синус, частота 4 МГц. Установить минимальное значение временного сдвига одиночного импульса на генераторе.

8.7.6 В программе «Ultra-PE1420» поместить измерительный строб между сигналами от импульса ГИВ комплекса и одиночным импульсом генератора таким образом, чтобы его края касались передних фронтов импульсов (рисунок 16). При выделении строба курсором на его краях будет показаны значения времени начала импульсов.

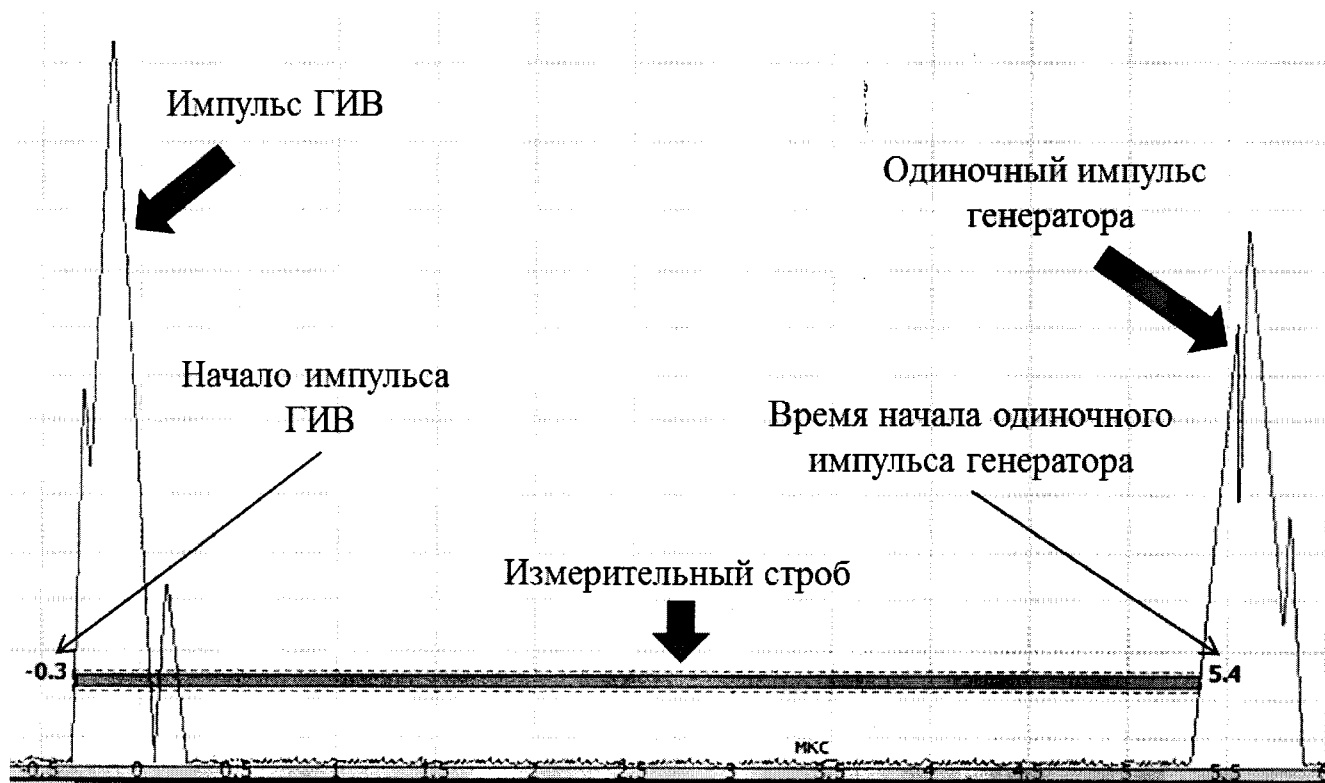


Рисунок 16 – Измерение времени между импульсами.

8.7.7 Вычислить разницу показаний времен начала импульса ГИВ комплекса и одиночного импульса генератора.

8.7.8 Выполнить измерения согласно пунктам 8.7.6-8.7.7 для значений временного сдвига одиночного импульса установленных на генераторе: 2, 10, 20, 50, 75, 100, 115, 150 мкс.

8.7.9 Рассчитать абсолютную погрешность измерений временных интервалов по формуле:

$$\Delta T = \left| T_{\kappa}^{тек} - T_{\kappa}^{нач} \right| - \left| T_{ген}^{тек} - T_{ген}^{нач} \right|, \text{ мкс}, \quad (4)$$

где  $T_{ген}^{нач}$  – начальное значение временного сдвига одиночного импульса, установленное на генераторе в пункте 8.7.5, мкс;

$T_{ген}^{тек}$  – текущее значение временного сдвига одиночного импульса, установленное на генераторе, мкс;

$T_{\kappa}^{нач}$  – начальное значение временного интервала между импульсами на экране комплекса определенное в пунктах 8.7.6-8.7.7, мкс;

$T_{\kappa}^{тек}$  – текущее значение временного интервала между импульсами на экране комплекса, мкс.

8.7.10 Повторить измерения согласно пунктам 8.7.2-8.7.9 для второго разъёма акустического блока.

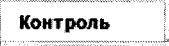

8.7.11 Комплекс считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если диапазон измерений временных интервалов соответствует диапазону от 1 до 150 мкс и абсолютная погрешность измерений временных интервалов не превышает  $\pm 0,3$  мкс.

## 8.8 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений координаты дефектов вдоль сварного шва трубы

8.8.1 Установить комплекс на образец трубы с кольцевым сварным соединением диаметром не менее 530 мм, чтобы передние и задние колеса располагались симметрично относительно середины сварного шва.

8.8.2 Отметить нестираемым маркером начало сканирования на уровне центра акустических систем.

8.8.3 Измерить с помощью рулетки расстояние 1000 мм от края кольцевого сварного соединения по образующей трубы и сделать отметку нестираемым маркером.

8.8.4 В программе «Ultra-PE1420» открыть вкладку «Контроль»  в левом верхнем углу. В правом верхнем углу выбрать вкладку «Датчики» . Установить параметр «Диаметр, мм» равным 58,0 мм (рисунок 17).

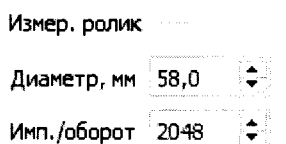




Рисунок 17 – Установка диаметра измерительного ролика.

8.8.5 Включить датчик контроля положения шва и электронный блок комплекса.

8.8.6 Нажать кнопку «Начать контроль»  в программе «Ultra-PE1420». Комплекс начнет свое движение вдоль направления кольцевого шва.

8.8.7 При достижении центра акустических блоков отметки, сделанной в пункте 8.8.3, нажать кнопку «Остановить контроль» .

8.8.8 Зафиксировать значение «Координата X» в левом нижнем окне программы (рисунок 18).

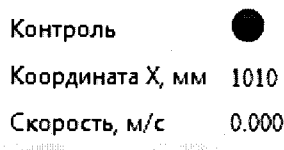


Рисунок 18 – Измерение координаты X.

8.8.9 Вычислить диаметр ролика по формуле:

$$D_p = \frac{1000 \cdot D_{тек}}{X}, \text{ мм}, \quad (5)$$


где  $D_p$  – рассчитанное значение диаметра ролика, мм;

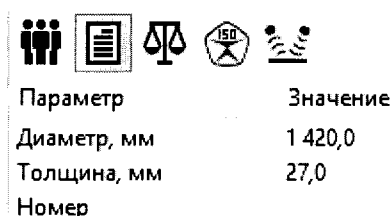
$D_{тек}$  – текущее значение диаметра ролика, установленное во вкладке датчики, мм;

$X$  – координата дефектов вдоль кольцевого сварного шва трубы, измеренная в пункте 8.8.8, мм.

8.8.10 Ввести рассчитанное значение  $D_p$  во вкладке датчики (рисунок 17).

8.8.11 Произвести повторные измерения комплексом на участке трубы длиной 1000 мм. Если координата дефекта, измеренная в пункте 8.8.8 (рисунок 18), находится вне диапазона от 998 до 1002 мм, повторить пункты 8.8.1-8.8.10 еще один раз.

8.8.12 Установить комплекс на трубу диаметром 1420 мм и повторить пункт 8.8.2. Измерить диаметр трубы с помощью рулетки. В правом нижнем углу программы «UltraPE1420» открыть вкладку «Test Object» . Ввести значение параметра «Диаметр» равным диаметру образца трубы, на которую установлен комплекс (рисунок 19).



Параметр	Значение
Диаметр, мм	1 420,0
Толщина, мм	27,0
Номер	

Рисунок 19 – Ввод значения диаметра контролируемой трубы.

8.8.13 Повторить пункты 8.8.5-8.8.6.

8.8.14 Дождаться, пока комплекс пройдет весь путь и остановится. Зафиксировать значение «Координата X» (рисунок 18).

8.8.15 Вычислить абсолютную погрешность  $\Delta X$  измерений координаты дефектов вдоль сварного шва трубы по формуле:

$$\Delta X = X_k - (\pi \cdot D_{mp} + 120), \text{ мм}, \quad (6)$$

где  $D_{mp}$  – диаметр трубы, измеренный в пункте 8.8.12, мм;

$X_k$  – координата дефектов вдоль кольцевого сварного шва трубы, измеренная в пункте 8.8.14, мм.

8.8.16 Повторить пункты 8.8.12-8.8.15 для трубы диаметром 530 мм.

8.8.17 Комплекс считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если диапазон измерений координаты дефектов вдоль сварного шва трубы соответствует диапазону от 1 до 4600 мм и абсолютная погрешность измерений координаты дефектов вдоль сварного шва трубы не превышает  $\pm 2$  мм.

## 8.9 Определение скорости сканирования

8.9.1 Установить комплекс на образец трубы с кольцевым сварным соединением диаметром не менее 530 мм, чтобы передние и задние колеса располагались симметрично относительно середины сварного шва.

8.9.2 Повторить пункты 8.8.5-8.8.6, перед запуском комплекса включив секундомер.

8.9.3 Дождаться, пока комплекс пройдет весь путь и остановится. После остановки комплекса выключить секундомер.

8.9.4 Рассчитать скорость сканирования  $V$  в м/мин по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot D_{mp} + 120}{t} \cdot \frac{60}{1000}, \text{ м/мин}, \quad (7)$$




где  $D_{mp}$  – диаметр трубы, измеренный в пункте 8.8.12, мм;

$t$  – время движения комплекса вдоль кольцевого шва трубы, измеренное в пунктах 8.9.2-8.9.3, сек.

8.9.5 Повторить действия по 8.9.1 – 8.9.4 два раза.

8.9.6 Комплекс считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если скорость сканирования составляет не менее 1,7 м/мин.

## 8.10 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефектов

8.10.1 Открыть вкладку «РА»  в левом верхнем углу окна программы «UltraPE1420». В правой верхней части окна выбрать вкладку «Фильтрация»  и включить все параметры (рисунок 20-а). Во вкладке «Зондирующие импульсы»  выключить функцию автоотключения (рисунок 20-б).

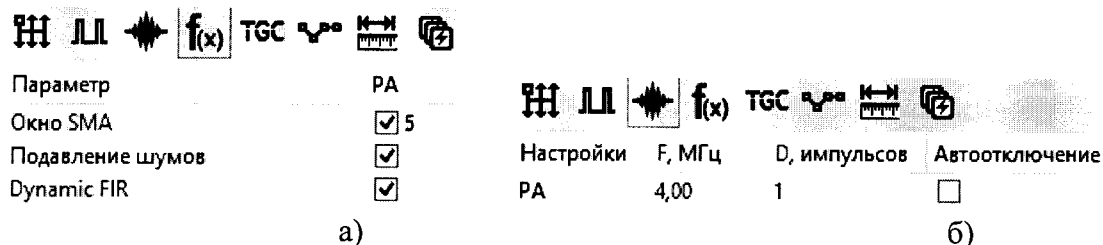



Рисунок 20 – Включение параметров вкладки «Фильтрация» – а); Выключение функции автоотключения – б).

8.10.2 Во вкладке «Режим»  выбрать схему «РА-комб.» в соответствии с рисунком 21.

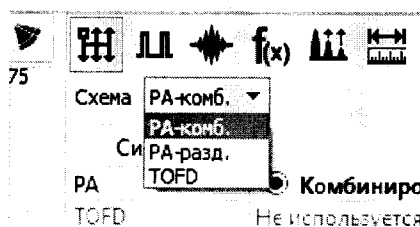



Рисунок 21 – Выбор схемы контроля.

8.10.3 Во вкладке «Синхроимпульсы»  установить значение «Период, мкс» (рисунок 22). Рекомендуемый период синхроимпульсов – 150 мкс.

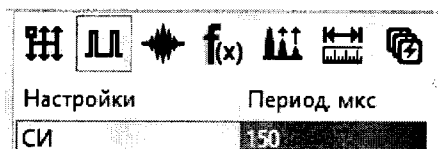



Рисунок 22 – Установка периода синхроимпульсов.

8.10.4 Открыть вкладку «Измерение дистанций»  и установить значение скоростей звука в контролируемом изделии и в призме преобразователя. Параметр «Скорость ультразвука в призме, м/с» установить в соответствии с паспортом акустической системы. Параметр «Скорость ультразвука, м/с» установить равным  $0,55 \cdot c_1$ , где  $c_1$  - среднее значение скорости продольной волны в контрольном образце №2 из комплекта контрольных образцов и вспомогательных устройств КОУ-2 (далее - контрольный образец №2), указанное в паспорте на образец (рисунок 23).

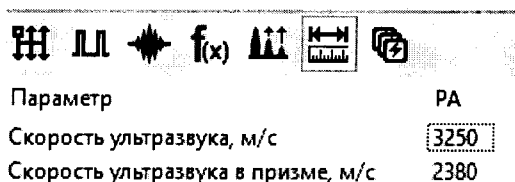



Рисунок 23 – Установка скорости ультразвука.



8.10.5 Выбрать вкладку «Состояние преобразователя»  и ввести значение угла ввода и апертуры для каждого преобразователя с фазированной решеткой (рисунок 24). Угол ввода вводить равным 62°.

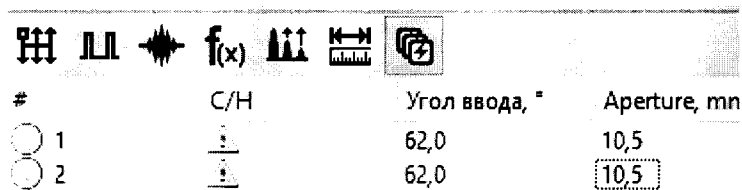


Рисунок 24 – Ввод угла ввода и апертуры.

8.10.6 В левой части вкладки «Каналы» выбрать вкладку «РА-комб» и включить все программные каналы, а также все генераторы и приемники физических каналов в соответствии с рисунком 25.

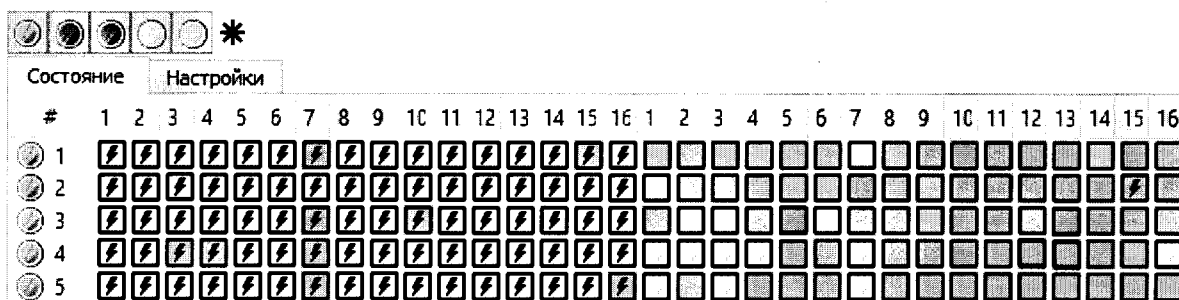



Рисунок 25 – Включение всех каналов.

8.10.7 В правом нижнем углу окна программы во вкладке «Test Object» . Ввести значение параметра «Толщина, мм» равным 59.

8.10.8 В строке меню выбрать пункт «Инструменты», затем пункт «S-скан...» (рисунок 26).



Рисунок 26 – Включение меню секторного сканирования.

8.10.9 В верхней части окна «S-скан» (рисунок 27) выбрать первую акустическую систему (номер системы определяется в зависимости от разъема (Tr1 или Tr2), к которому она подключена).



Рисунок 27 – Выбор первой акустической системы.

8.10.10 В правой области окна «S-скан» открыть вкладку «Углы» и ввести значения параметров «Начальный угол» и «Конечный угол» равными 8 и -24 в соответствии с рисунком 28.

Углы	
Параметр	Значение
Угол ввода	62.0
Апертура	10.5
Начальный угол	8
Конечный угол	-24

Рисунок 28 – Ввод начального и конечного угла сканирования.

8.10.11 Установить акустический блок на поверхность контрольного образца №2 таким образом (рисунок 29), чтобы максимум сигнала от двугранного угла, находящегося левее бокового сверления диаметром 6 мм, был на линии «угол 50°».

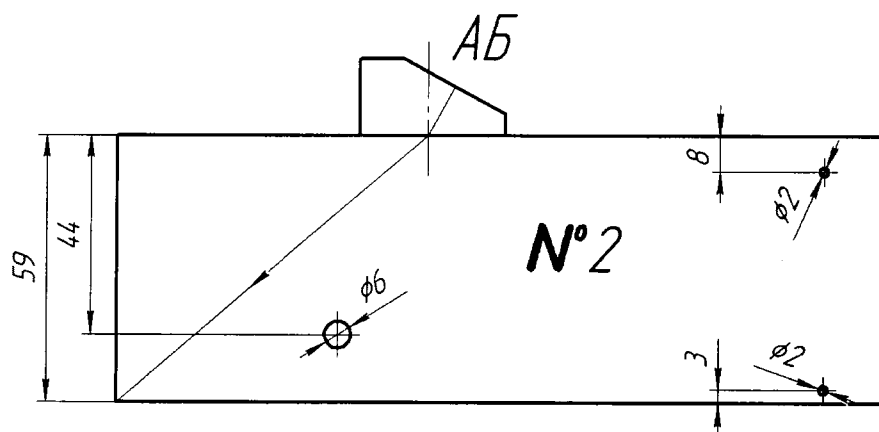


Рисунок 29 – Установка акустического блока на поверхность контрольного образца №2 для получения сигнала от двугранного угла.

8.10.12 В правой области на S-скане открыть вкладку «Отображение шва» и ввести значения параметров «Прозрачность, %»: 0; «Шаг сетки X, мм»: 1,00; «Шаг сетки Y, мм»: 1,00; «Размер 1, мм»: 1,00; «Размер 2, мм»: 1,00; «Модель»: V-образ.; «Число отражений»: 1 (рисунок 30 – б). Параметры «Смещение по X, мм» и «Смещение по Y, мм» установить такими, при которых максимум сигнала от двугранного угла будет находиться на глубине 59 мм по измерительной сетке (рисунок 30 – а).

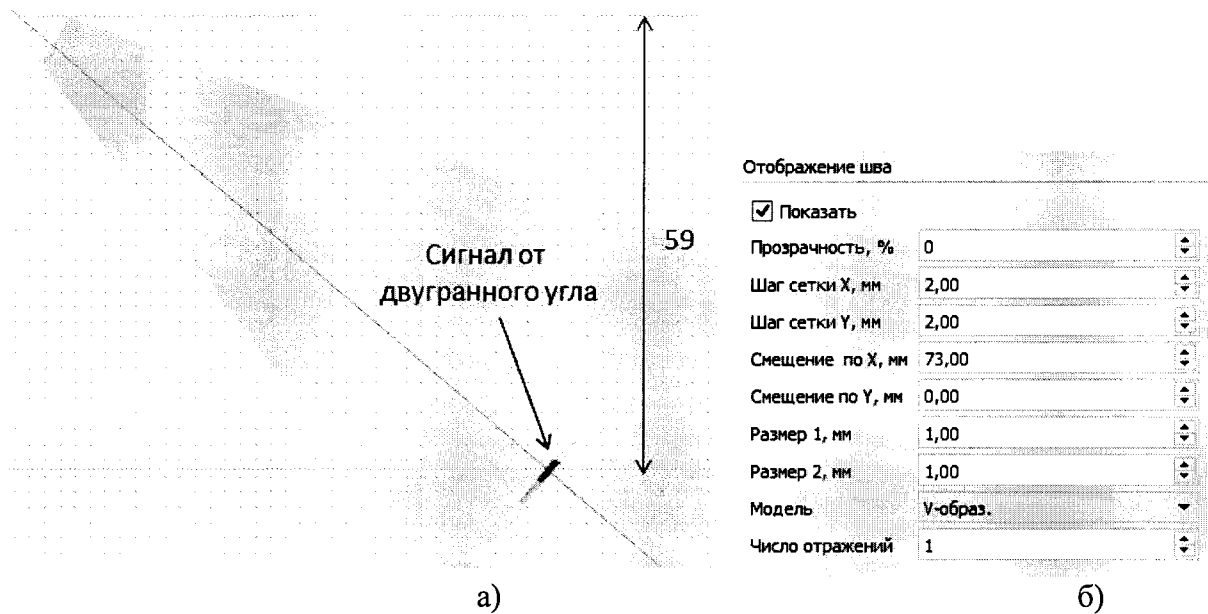


Рисунок 30 – Вкладка «Отображение шва» – а); Сигнал от двугранного угла на S-скане – б).

8.10.13 Переместить акустический блок таким образом (рисунок 31), что бы максимум сигнала от бокового сверления диаметром 6 мм был на линии «угол 50°».

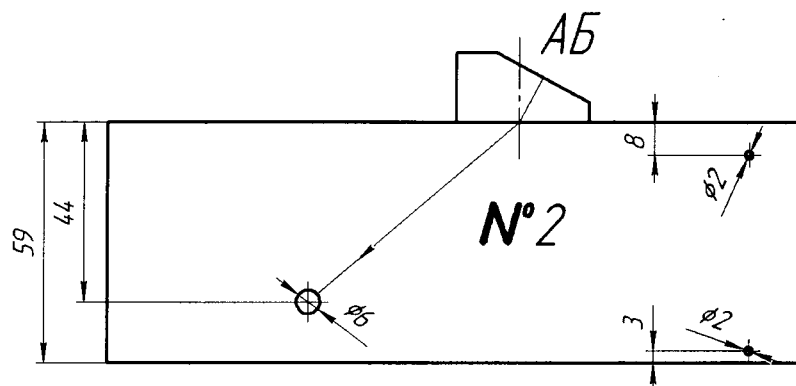


Рисунок 31 – Установка акустического блока на поверхность контрольного образца №2 для получения сигнала от бокового сверления диаметром 6 мм.

8.10.14 Зафиксировать глубину отражателя  $Y_{d6}$  по измерительной сетке (рисунок 32), не меняя никаких параметров настройки S-скана.

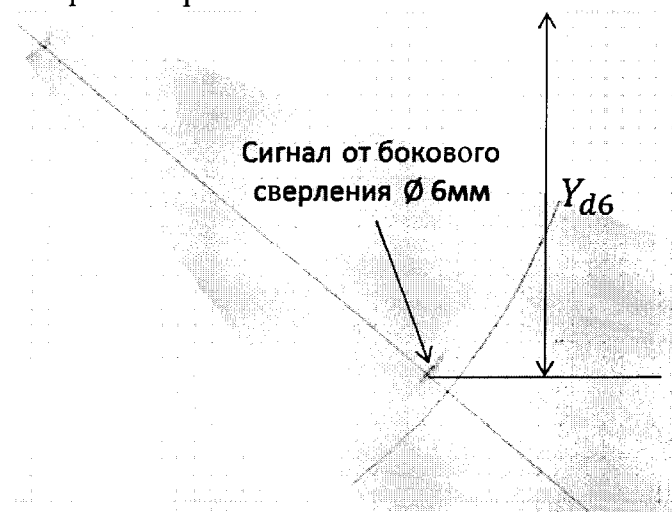


Рисунок 32 – Измерение глубины залегания бокового сверления диаметром 6 мм на экране комплекса.

8.10.15 Вычислить абсолютную погрешность измерений глубины залегания бокового сверления диаметром 6 мм  $\Delta H_{d6}$  по формуле:

$$\Delta H_{d6} = Y_{d6} - (44 - 3 \cdot \cos \alpha), \text{ мм}, \quad (8)$$

где  $\alpha$  – угол максимума сигнала, ...°;

$Y_{d6}$  – глубина, измеренная в пункте 8.10.14, мм.

8.10.16 Переместить акустический блок таким образом (рисунок 33), что бы максимум сигнала от бокового сверления диаметром 2 мм на глубине 8 мм был на линии «угол 50°».

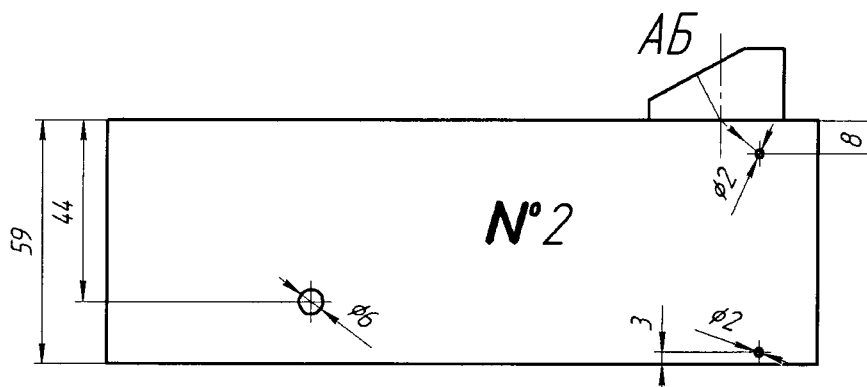


Рисунок 33 – Установка акустического блока на поверхность контрольного образца №2 для получения сигнала от бокового сверления диаметром 2 мм на глубине 8 мм.

8.10.17 Зафиксировать глубину отражателя  $Y_{d2}$  по измерительной сетке (рисунок 34) не меняя никаких параметров настройки S-скана.

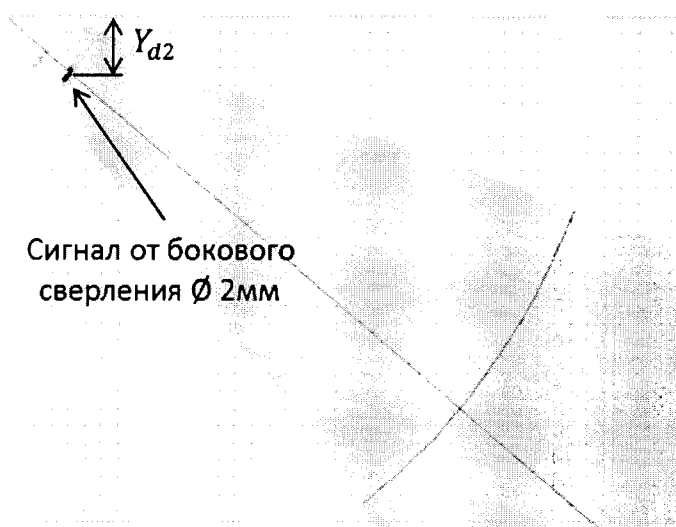


Рисунок 34 – Измерение глубины залегания бокового сверления диаметром 2 мм на экране комплекса.

8.10.18 Вычислить абсолютную погрешность измерений глубины залегания бокового сверления диаметром 2 мм  $\Delta H_{d2}$  по формуле:

$$\Delta H_{d2} = Y_{d2} - (8 - \cos \alpha), \text{ мм}, \quad (9)$$

где  $\alpha$  – угол максимума сигнала, ...°;

$Y_{d2}$  – глубина, измеренная в пункте 8.10.17, мм.

8.10.19 С помощью микроскопа большого инструментального БМИ-1 (далее – микроскопа) провести измерение высоты  $H_{СОП}$  стандартного образца предприятия СОП-ПОВ-01 (далее – СОП-ПОВ-01) в шести точках, равномерно распределенных по поверхности СОП-ПОВ-01. Рассчитать среднее арифметическое значение по шести измерениям.

8.10.20 С помощью микроскопа провести измерение диаметра  $D_{СОП}$  бокового сверления СОП-ПОВ-01. Измерения проводятся по три раза с каждой стороны СОП-ПОВ-01. Рассчитать среднее арифметическое значение по шести измерениям.

8.10.21 С помощью микроскопа провести измерение расстояния  $H_D$  от рабочей поверхности до ближайшего края бокового сверления СОП-ПОВ-01. Измерения проводятся по три раза с каждой стороны СОП-ПОВ-01. Рассчитать среднее арифметическое значение по шести измерениям.

8.10.22 Рассчитать расстояние  $R_D$  от центра бокового сверления образца до рабочей поверхности по формуле:

$$R_D = H_D + \frac{D_{СОП}}{2}, \text{ мм}, \quad (10)$$

где  $H_D$  – расстояние от рабочей поверхности до ближайшего края бокового сверления СОП-ПОВ-01, мм;

$D_{СОП}$  – диаметр бокового отверстия СОП-ПОВ-01, мм.

8.10.23 Установить акустический блок на поверхность СОП-ПОВ-01 таким образом (рисунок 35), чтобы максимум сигнала от двугранного угла, находящегося на противоположном конце относительно бокового сверления диаметром  $D_{СОП}$ , мм был на линии «угол  $50^\circ$ ».

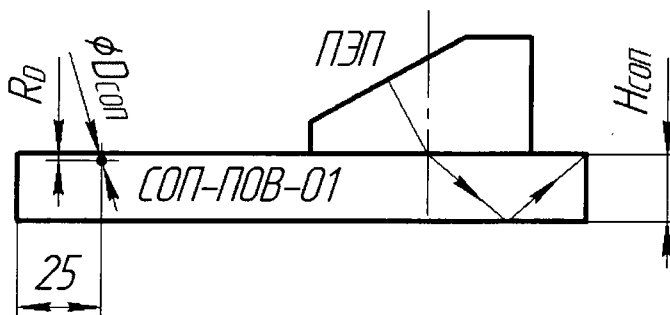


Рисунок 35 – Установка акустического блока на поверхность СОП-ПОВ-01 для получения сигнала от двугранного угла.

8.10.24 В правой области на S-скане открыть вкладку «Отображение шва» и ввести значения параметров «Прозрачность, %»: 0; «Шаг сетки X, мм»: 1,00; «Шаг сетки Y, мм»: 1,00; «Размер 1, мм»: 1,00; «Размер 2, мм»: 1,00; «Модель»: V-образ.; «Число отражений»: 1 (рисунок 36 – б). Параметры «Смещение по X, мм» и «Смещение по Y, мм» установить такими, при которых максимум сигнала от двугранного угла будет находиться на глубине  $2 \cdot H_{СОП}$ , мм по измерительной сетке (рисунок 36 – а).

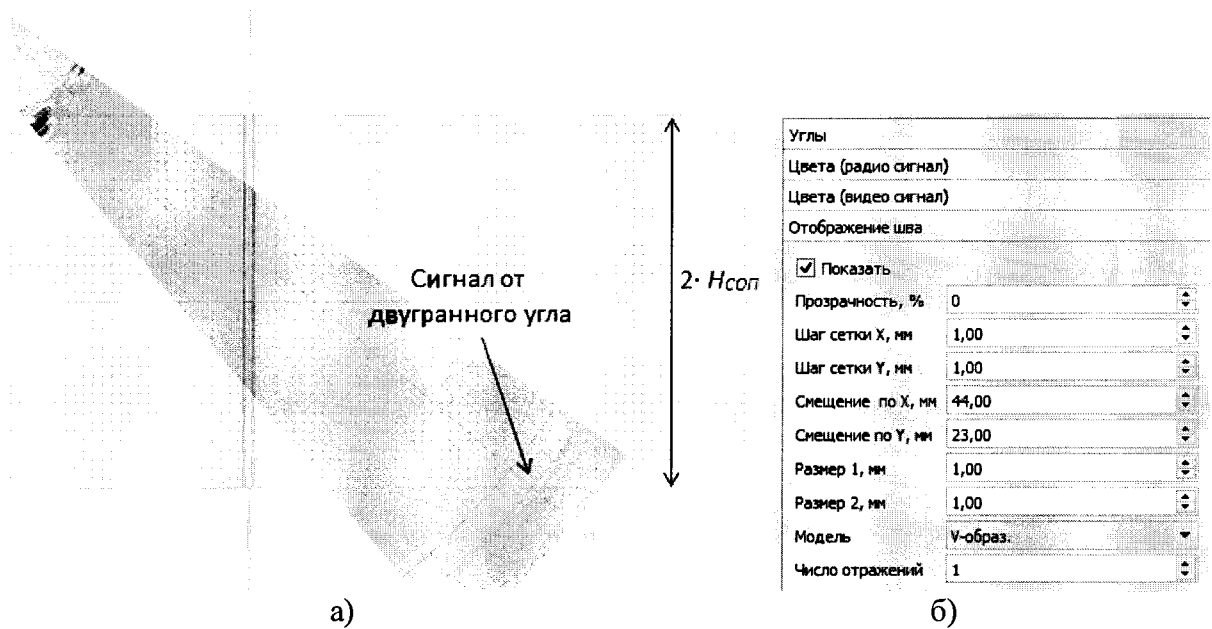


Рисунок 36 – Вкладка «Отображение шва» – а); Сигнал от двугранного угла на S-скане – б).

8.10.25 Установить акустический блок таким образом (рисунок 37), что бы максимум сигнала от бокового сверления диаметром 2 мм был на линии «угол 50°».

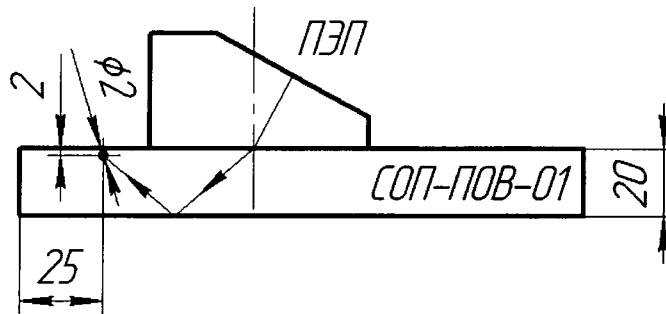


Рисунок 37 – Установка акустического блока на поверхность СОП-ПОВ-01 для получения сигнала от бокового сверления диаметром 2 мм.

8.10.26 Зафиксировать глубину отражателя  $Y_D$  по измерительной сетке (рисунок 38) не меняя никаких параметров настройки S-скана.

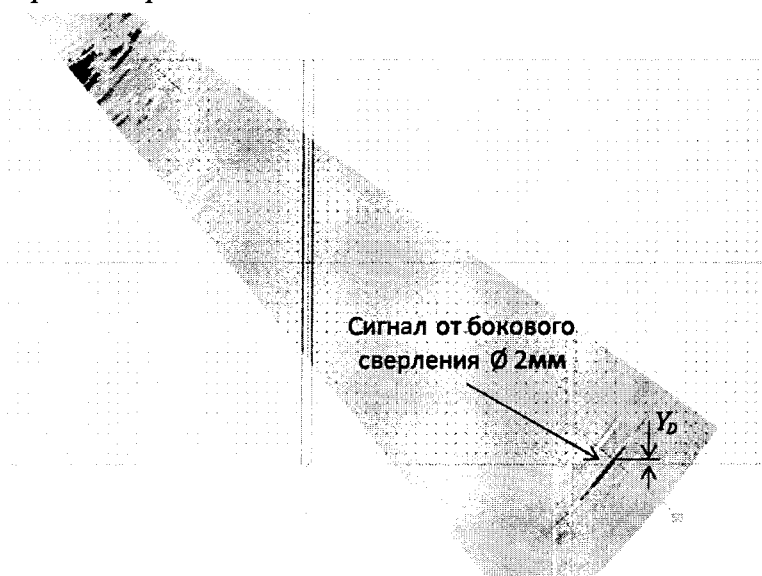


Рисунок 38 – Измерение глубины залегания бокового сверления диаметром 2 мм на экране комплекса.

8.10.27 Вычислить абсолютную погрешность измерений глубины залегания бокового сверления диаметром 2 мм  $\Delta H_D$  по формуле:

$$\Delta H_D = Y_D - \left( R_D + \frac{D_{\text{соп}}}{2} \cdot \cos \alpha \right), \text{ мм}, \quad (11)$$

где  $\alpha$  - угол максимума сигнала, ...°;

$Y_D$  - глубина, измеренная в пункте 8.10.26, мм.

8.10.28 Выполнить измерения, описанные в пунктах 8.10.10-8.10.18, 8.10.23-8.10.27 еще для четырех значений различных углов ввода в диапазоне сектора от 40° до 55°.

8.10.29 Повторить измерения, описанные в пунктах 8.10.10-8.10.18, 8.10.23-8.10.28 для другого акустического блока.

8.10.30 Комплекс считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если диапазон измерений глубины залегания дефектов соответствует диапазону от 3 до 41 мм и абсолютная погрешность измерений глубины залегания дефектов не превышает  $\pm 3$  мм.

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

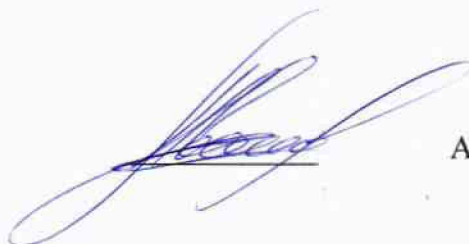
9.1 Результаты поверки заносят в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А к методике поверки.

9.2 Положительные результаты поверки оформляются свидетельством о поверке в установленной форме в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 №1815.

9.3 Отрицательные результаты поверки оформляются путем выдачи извещения о непригодности средства измерений к дальнейшей эксплуатации в установленной форме в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 №1815, с указанием причин непригодности.

Разработчики:

Начальник отдела  
испытаний и сертификации  
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.В. Иванов

Начальник сектора МОНК  
отдела испытаний и сертификации  
ФГУП «ВНИИОФИ»



Д.С. Крайнов

Инженер сектора МОНК  
отдела испытаний и сертификации  
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.С. Крайнов



**ПРИЛОЖЕНИЕ А (Форма протокола поверки)  
(рекомендуемое)**

**ПРОТОКОЛ первичной/периодической поверки №  
от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года**

Средство измерений: \_\_\_\_\_

Серия и номер клейма предыдущей поверки: \_\_\_\_\_

Заводской номер: \_\_\_\_\_

Принадлежащее: \_\_\_\_\_

Поверено в соответствии с методикой поверки: \_\_\_\_\_

При следующих значениях влияющих факторов:

Температура окружающей среды \_\_\_\_\_;

Атмосферное давление \_\_\_\_\_;

Относительная влажность \_\_\_\_\_;

С применением эталонов: \_\_\_\_\_

Результаты поверки:

1 Внешний осмотр \_\_\_\_\_

2 Опробование \_\_\_\_\_

3 Результаты определения метрологических характеристик:

Метрологические характеристики	Номинальная величина / погрешность	Измеренное значение

Заключение: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Поверитель: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
Подпись \_\_\_\_\_ ФИО