

СОГЛАСОВАНО
Первый заместитель генерального
директора – заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов
А.Н. Щипунов 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Дефектоскопы ультразвуковые Sonaflex-РТ-001

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 651-25-012

р.п. Менделеево
2025 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок дефектоскопов ультразвуковых Sonaflex-PT-001 (далее по тексту – дефектоскопы), изготовленных обществом с ограниченной ответственностью «Компания «Нордикрафт» (ООО «Компания «Нордикрафт»), 162626, Вологодская обл., г. Череповец, ул. Годовикова, д. 12.

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений отношений амплитуд сигналов на входе приемника дефектоскопа, дБ	от 1 до 24
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений отношений амплитуд сигналов на входе приемника дефектоскопа, дБ: – в диапазоне от 1 до 11 дБ включ. – в диапазоне св. 11 до 24 дБ	± 1 ± 2
Диапазон измерений длительности временных интервалов, мкс	от 0,5 до 400
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений временных интервалов, мкс	$\pm 0,3$
Диапазон измерений толщины объекта контроля, мм	от 5 до 200
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений толщины объекта контроля, мм	$\pm 0,3$

1.2 Необходимо обеспечение прослеживаемости поверяемых установок к государственным первичным эталонам единиц величин посредством использования аттестованных (проверенных) в установленном порядке средств поверки.

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021, к государственному первичному эталону единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц ГЭТ 193-2011, к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022 в соответствии с локальной поверочной схемой для ультразвуковых дефектоскопов, комплексов, систем, установок, приборов, станций (Приложение А).

Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении первичной (в том числе после ремонта) 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	
Внешний осмотр	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование	да	да	8
Проверка программного обеспечения (далее – ПО) средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	-	-	10
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений отношений амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа	да	да	10.1
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений временных интервалов	да	да	10.2
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений толщины объекта контроля	да	да	10.3

2.2 Поверка дефектоскопов осуществляется аккредитованными в установленном порядке юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями.

2.3 Поверка дефектоскопа прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, приведенных в таблице 2, а дефектоскоп признают не прошедшей поверку.

2.4 Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных измерительных блоков из состава средства измерений, для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверка проводится при рабочих условиях эксплуатации поверяемых дефектоскопов и используемых средств поверки. Средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки дефектоскопов допускается инженерно-технический персонал со средним или высшим техническим образованием, имеющий право на проведение поверки (аттестованными в качестве поверителей), изучивший устройство и принцип работы поверяемого дефектоскопа и средство поверки по эксплуатационной документации.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуемые средства поверки указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений отношений амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа п. 10.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений временных интервалов	Средства измерений с диапазоном частот выходного сигнала от 1 мкГц до 30 МГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала $\pm(1 \cdot 10^{-6} \cdot F + 15 \cdot 10^{-12})$, где F - установленное значение частоты сигнала, Гц. Диапазоном размаха выходного напряжения при нагрузке 50 Ом от 0,001 до 10 В, с пределами допускаемой абсолютной погрешности установки размаха выходного напряжения синусоидальной формы на частоте 1 кГц $\pm(0,01 \cdot U + 0,001)$ В, где U - установленное значение выходного напряжения	Генератор сигналов произвольной формы 33521В, рег. № 72915-18 (далее – генератор)
п. 10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений отношений амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа	Эталоны единиц ослабления электромагнитных колебаний, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда согласно государственной поверочной схеме утвержденной приказом федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 №3383 в диапазоне значений от 0 до 11 дБ; Эталоны единиц ослабления электромагнитных колебаний, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда согласно государственной поверочной схеме утвержденной приказом федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 №3383 в диапазоне значений от 0 до 110 дБ	Аттенюатор ступенчатый ручной 8494В (далее – аттенюатор 8494В), рег. № 60237-15; Аттенюатор ступенчатый ручной 8496 В (далее аттенюатор 8496В), рег. № 81636-21

Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений отношений амплитуд сигналов на входе приемника дефектоскопа п. 10.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений временных интервалов	Вспомогательное оборудование	Адаптер для поверки NKE.852.01 (далее – адаптер генератора) из комплекта поставки установки
п. 10.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений временных интервалов	Эталоны единиц времени, частоты и национальной шкалы времени соответствующие требованиям к эталонам не ниже 5 разряда согласно государственной поверочной схеме утвержденной приказом федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23.09.2010 №2360.	Частотомер электронно-счетный Ч3-85/6 (далее – частотомер), рег № 75631.19
п. 10.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений толщины объекта контроля	Средство измерений с диапазоном значений толщин от 0,5 до 300,0 мм, и пределами допускаемой абсолютной погрешности толщины меры $\pm 0,1$ мм	Комплект мер для дефектоскопии А3-НК. Меры КУСОТ ст. 40Х13 (далее – меры КУСОТ), рег. № 79145-20

5.2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 3.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Работа с дефектоскопом и средствами поверки должна проводиться согласно требованиям безопасности, указанным в нормативно-технической и эксплуатационной документации на средства поверки.

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

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие дефектоскопа следующим требованиям:

- комплектность установки в соответствии с паспортом;
- отсутствие явных механических повреждений, влияющих на работоспособность установки;
- наличие маркировки дефектоскопа в соответствии с документацией.

7.2 Результаты поверки считать положительными, если дефектоскоп 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 разделе 3, то их выдерживают при этих условиях не менее часа.

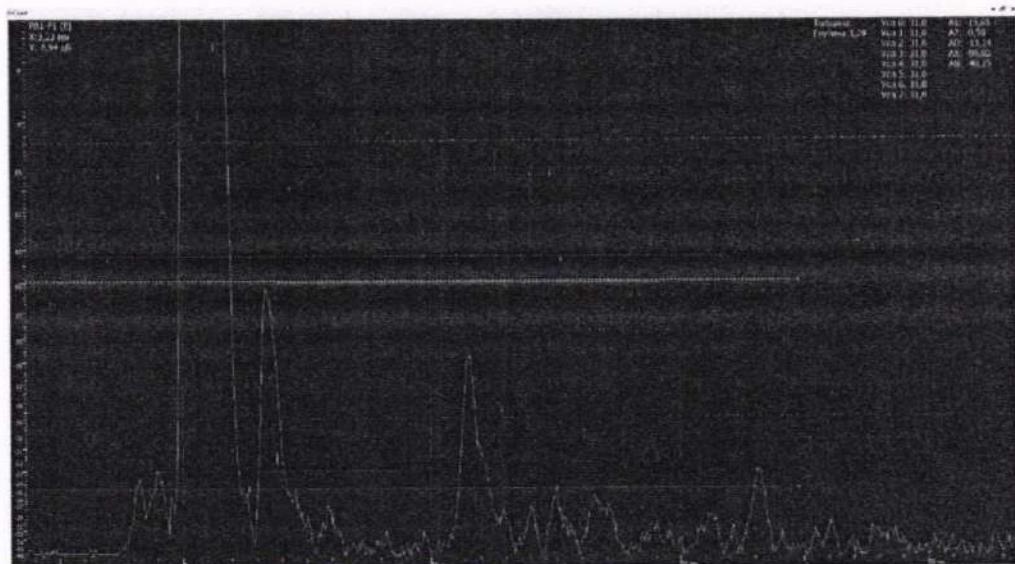
8.2 Подготовить дефектоскоп к контролю, при помощи крана поместить настроечный образец предприятия (далее по тексту – НО) из комплекта поставки дефектоскопа в зону контроля.

8.3 Запустить ПО в режим контроль, (нажать кнопку «Play»).

8.4 На пульте управления оператора выбирать режим «Верификация», выбирать необходимые преобразователи для опробования.

8.5 Запустить режим нажатием кнопки на пульте оператора.

8.6 Убедиться, что на А, В и С сканах, полученных по результатам контроля, отображены искусственные дефекты, нанесенные на НО (Рисунки 1 и 2).



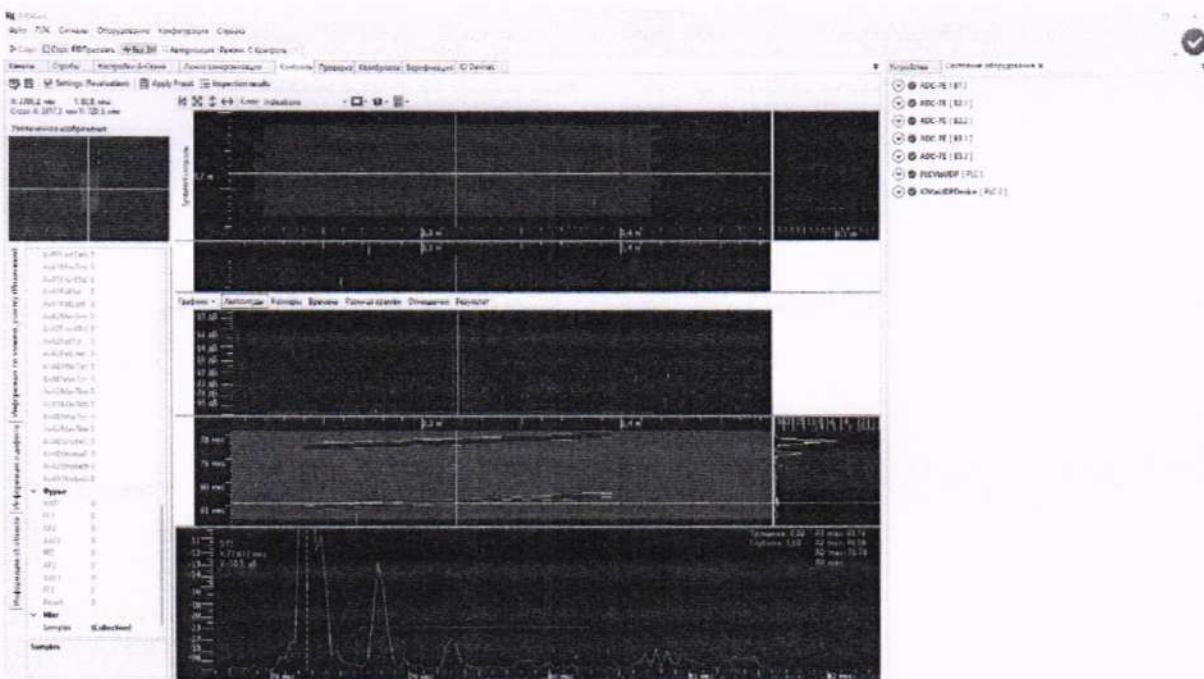


Рисунок 2 – Результат контроля НО – В и С скан

8.7 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если на А, В и С сканах, полученных по результатам контроля, отображены искусственные дефекты, нанесенные на НО.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 В верхней части окна ПО «NK NDT Software» зайти в меню «Помощь», далее выбрать «О программе».

9.2 Проверить идентификационные данные ПО на соответствие значениям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	NKWare
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.0 и выше
Цифровой идентификатор ПО	-

9.3 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение диапазона, абсолютной и относительной погрешности измерений отношений амплитуд сигналов на входе приёмника установки

10.1.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 3.

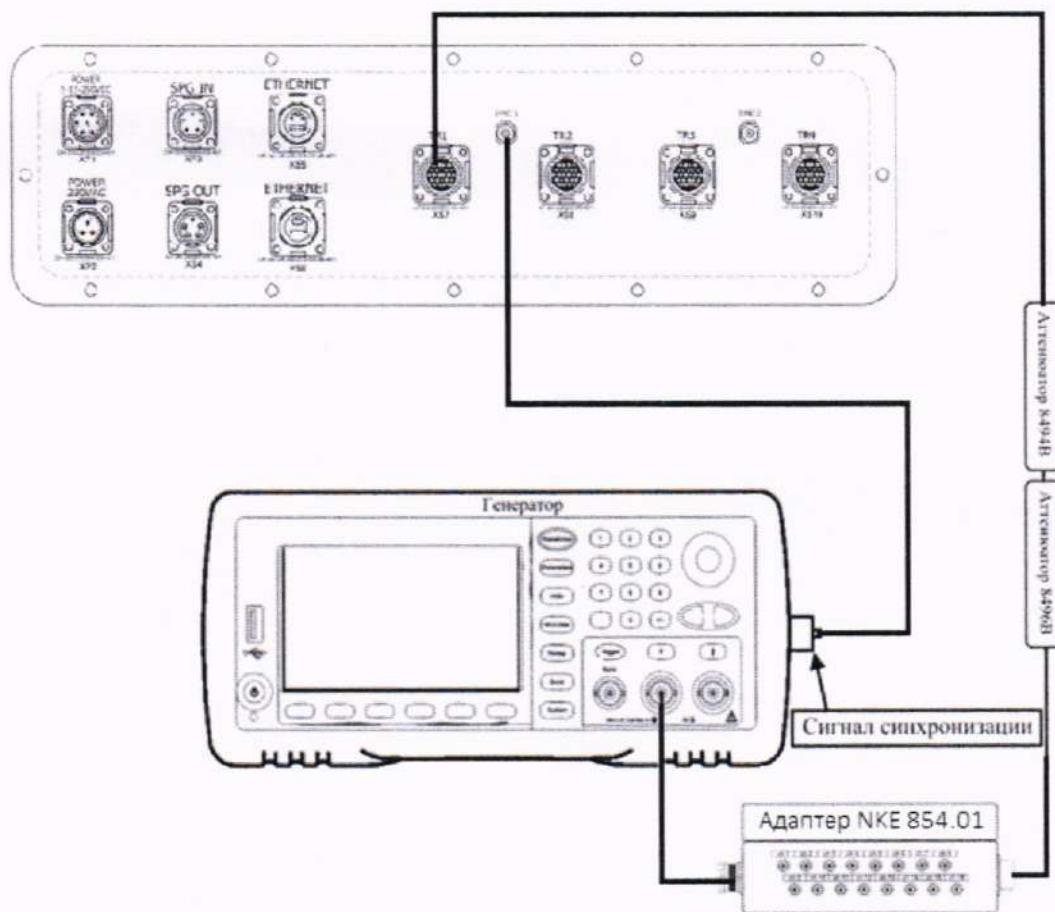


Рисунок 3 – Схема подключения при определении диапазона и абсолютной погрешности измерений отношений амплитуд сигналов на входе приемника дефектоскопа

10.1.2 В окне «Каналы» (рисунок 4) ПО «NkWare» напротив каждого канала в столбце «Г1» и «П1» активировать ячейку нажатием левой клавиши мыши, чтобы она загорелась зеленым цветом. Напротив каждого канала в столбце «Усиление» установить значение «25,0». В поле «Частота» установить значение частоты заполнения зондирующего импульса, соответствующее частоте преобразователя.

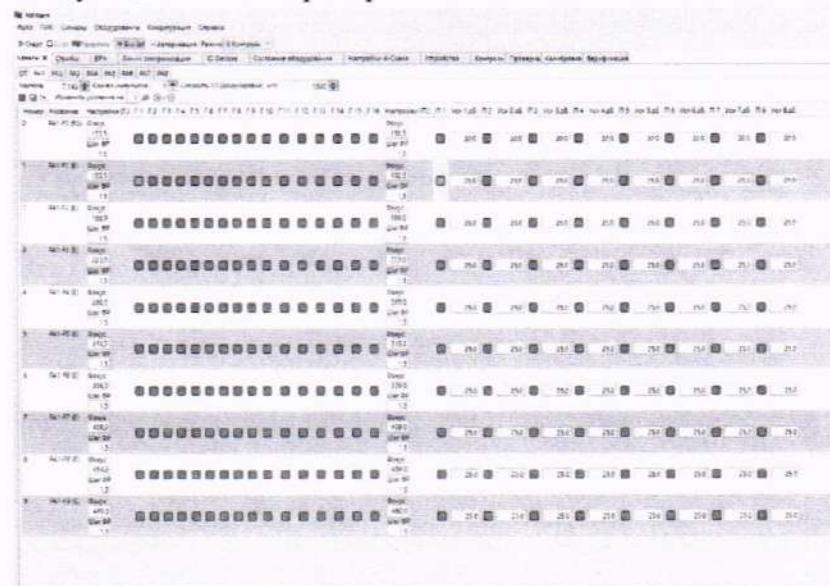


Рисунок 4 – Активация канала

10.1.3 Убедиться в наличии зондирующего импульса. Для этого перейти в главное окно ПО «NkWare». В верхней части окна должно отображаться «Вкл ЗИ», голубая подсветка иконки, говорит о том, что зондирующий импульс включен (рисунок 5). В противном случае нажать левой кнопкой мыши на соответствующую иконку.

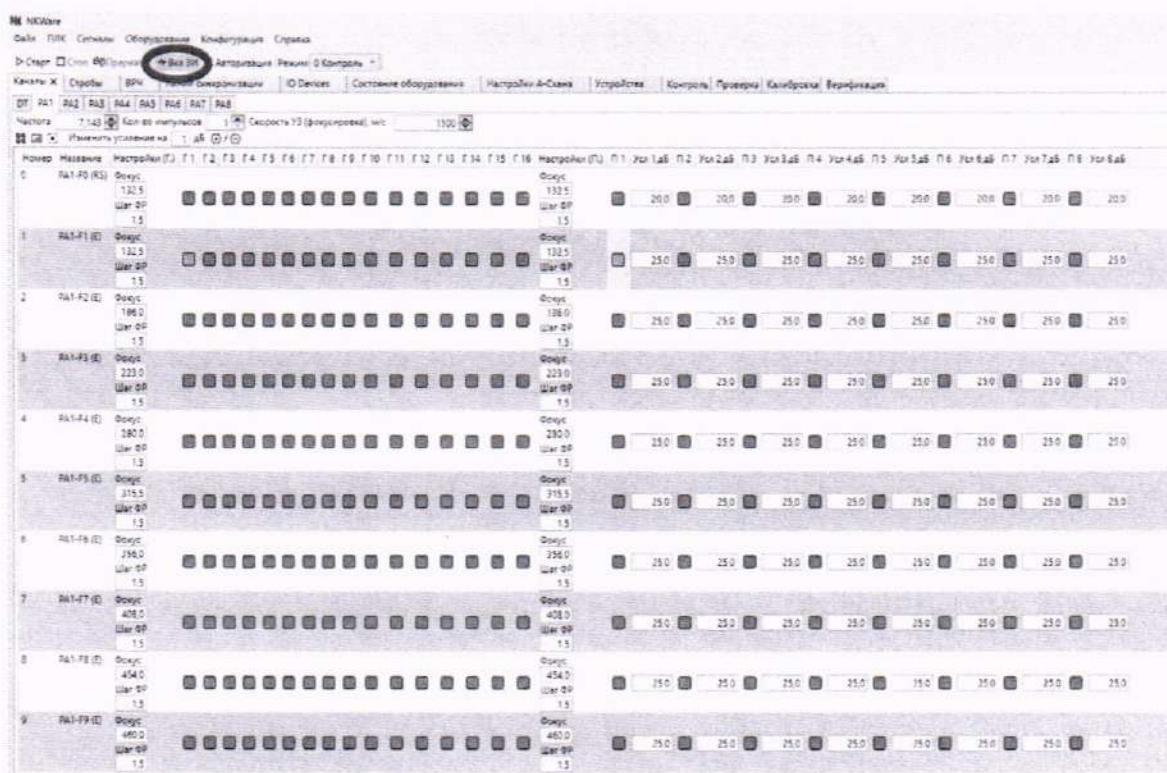


Рисунок 5 – Кнопка включения зондирующего импульса

10.1.4 Установить настройки генератора согласно таблице 5.

Таблица 5 – Настройки генератора

Наименование пункта меню	Наименование настройки	Устанавливаемый параметр
Waveforms	-	Sine
Parameters	Frequency	7,300 MHz
	Amplitude	26 mV
Burst	Burst	On
	# of Cycles	1
Trigger	Source	Ext
	Trigger Setup	150 μ s

10.1.5 В окне «A-Скан» ПО «NkWare» должен отобразиться сигнал с генератора. Нажать правой кнопкой мыши в поле окна «A-Скан» и вызвать меню «Настройки», затем установить настройки, как показано на рисунке 6. Далее нажать правой кнопкой мыши в поле окна «A-Скан» и вызвать меню «Стробы», затем установить настройки, как показано на рисунке 7.

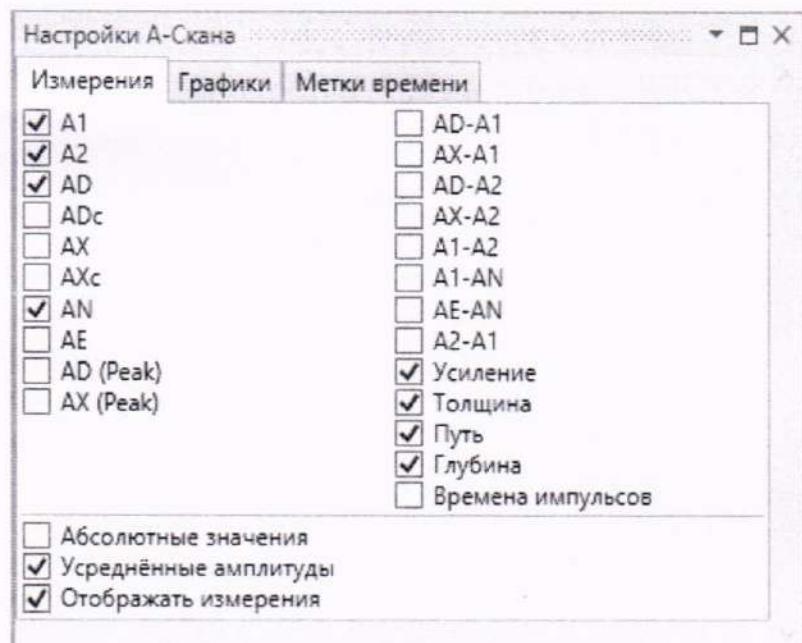


Рисунок 6 – Настройки в меню «Настройки» окна «А-Скан»



Рисунок 7 – Настройки в меню «Стробы» окна «А-Скан»

10.1.6 Установить ослабление на аттенюаторе 8494В и аттенюаторе 8496В 0 дБ и измерить амплитуду сигнала на входе приемника дефектоскопа, D_0 , дБ, которое отображается в строке «A1» (рисунок 8). Если значение в строке «A1» менее 2 дБ, необходимо уменьшить амплитуду генерируемого сигнала.

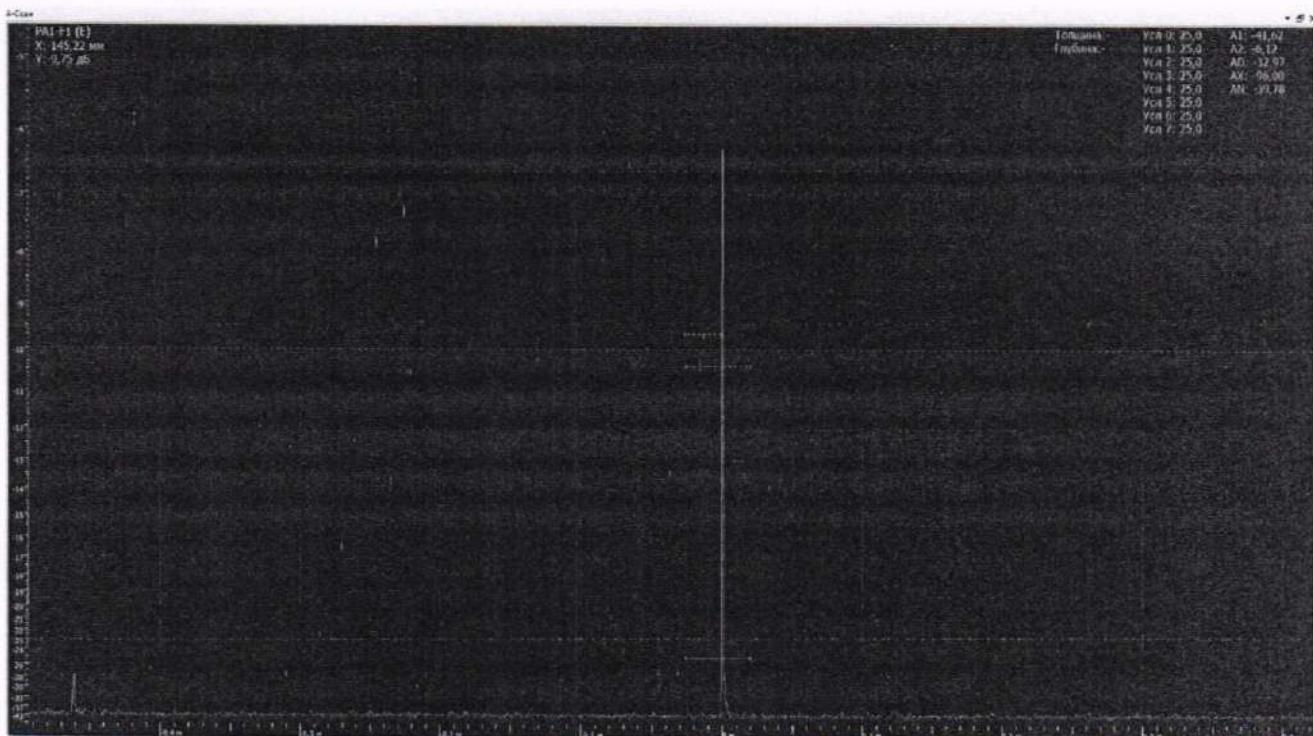


Рисунок 8 – Измерение отношения амплитуд сигналов на входе приемника дефектоскопа

10.1.7 Повторить операции пункта 10.1.6 для значений ослабления на аттенюаторе 8494В 2, 6, 11 дБ, D_i , мм.

10.1.8 Повторить операции пункта 10.1.6 для значений ослабления на аттенюаторе 8494В и аттенюаторе 8496В при установленном ослаблении аттенюаторов, D_i , дБ: 12, 16, 24 дБ.

10.1.9 Рассчитать абсолютную погрешность измерений отношений амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа формуле (1):

$$\Delta D = |D_{измi}| - D_i - |D_0|, \quad (1)$$

где D_0 – значение амплитуды, измеренное дефектоскопом по пункту 10.1.6, дБ;

D_i – значение ослабления, установленное на аттенюаторах, дБ;

$D_{измi}$ – значение амплитуды, измеренное дефектоскопом по пунктам 10.1.7 – 10.1.8, дБ.

10.1.10 Повторить операции пунктов 10.1.5 – 10.1.9 для каждого канала дефектоскопа.

10.1.11 Результаты испытаний по данному разделу считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений отношений амплитуд сигналов на входе приёмника дефектоскопа в диапазоне от 1 до 11 дБ включ. находятся в пределах ± 1 дБ, в диапазоне св. 11 до 24 дБ включ. находятся в пределах ± 2 дБ.

10.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений длительности временных интервалов

10.2.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 9.

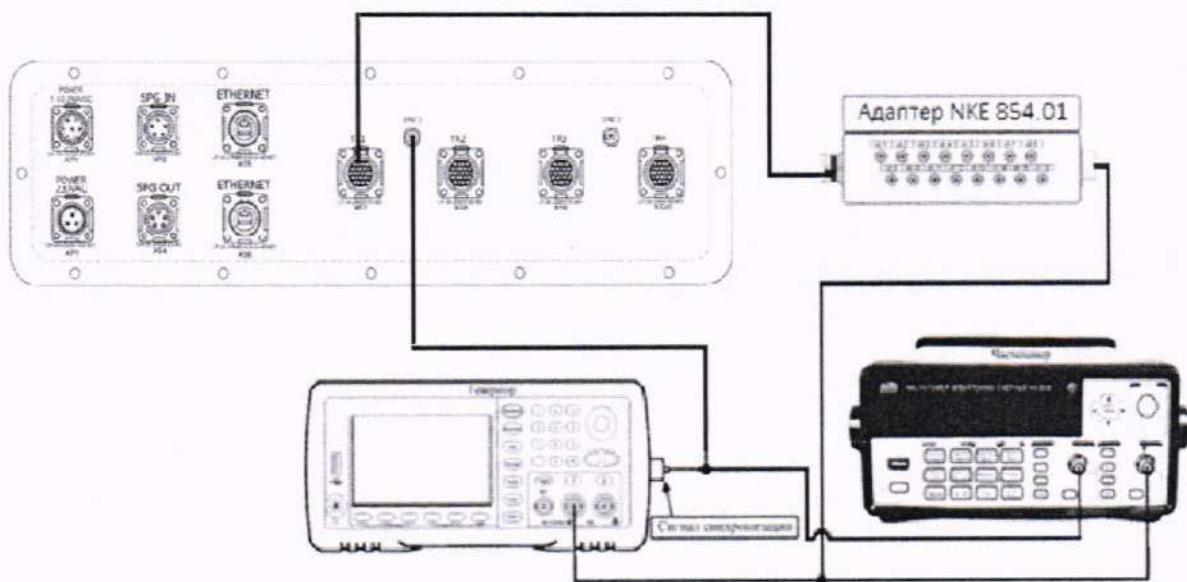


Рисунок 9 – Схема подключения генератора и частотомера для определения диапазона и абсолютной погрешности измерений длительности временных интервалов

10.2.2 Повторить операции пункта 10.1.2.

10.2.3 Нажать правой кнопкой мыши в поле окна «А-Скан» и вызвать меню «Стробы», затем установить настройки, как показано на рисунке 10.

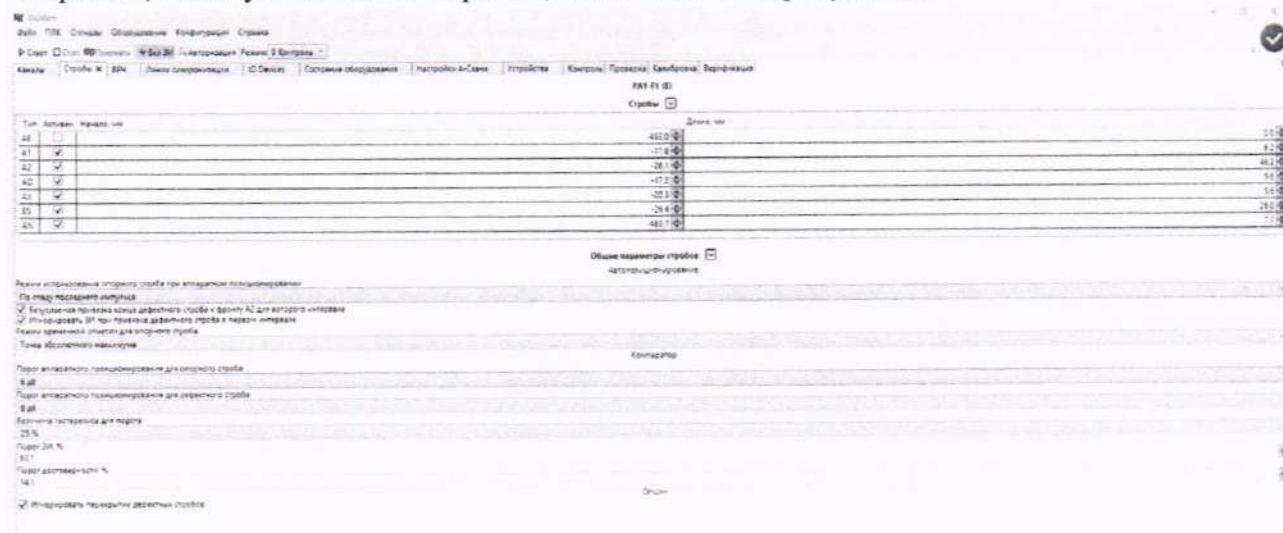


Рисунок 10 – Настройки в меню «Стробы» окна «A-Скан» для строба «A1» и «AD»

10.2.4 Установить настройки генератора согласно таблице 6.

Таблица 6 – Настройки генератора

Наименование пункта меню	Наименование настройки	Устанавливаемый параметр
Waveforms	-	Square
Parameters	Frequency	7,3 MHz
	Amplitude	0,5 V
Burst	Burst	On
	# of Cycles	1
Trigger	Source	Ext
	Trigger Setup	0 μ s

10.2.5 Измерить при помощи дефектоскопа значение длительности временного интервала $DT_{изм0}$, мкс, при установленной задержке сигнала на генераторе 0 мкс, которое отображается в строке «A1s» (рисунок 11). Измерить при помощи частотометра значение временного интервала DT_0 , мкс, при установленной задержке сигнала на генераторе 0 мкс.

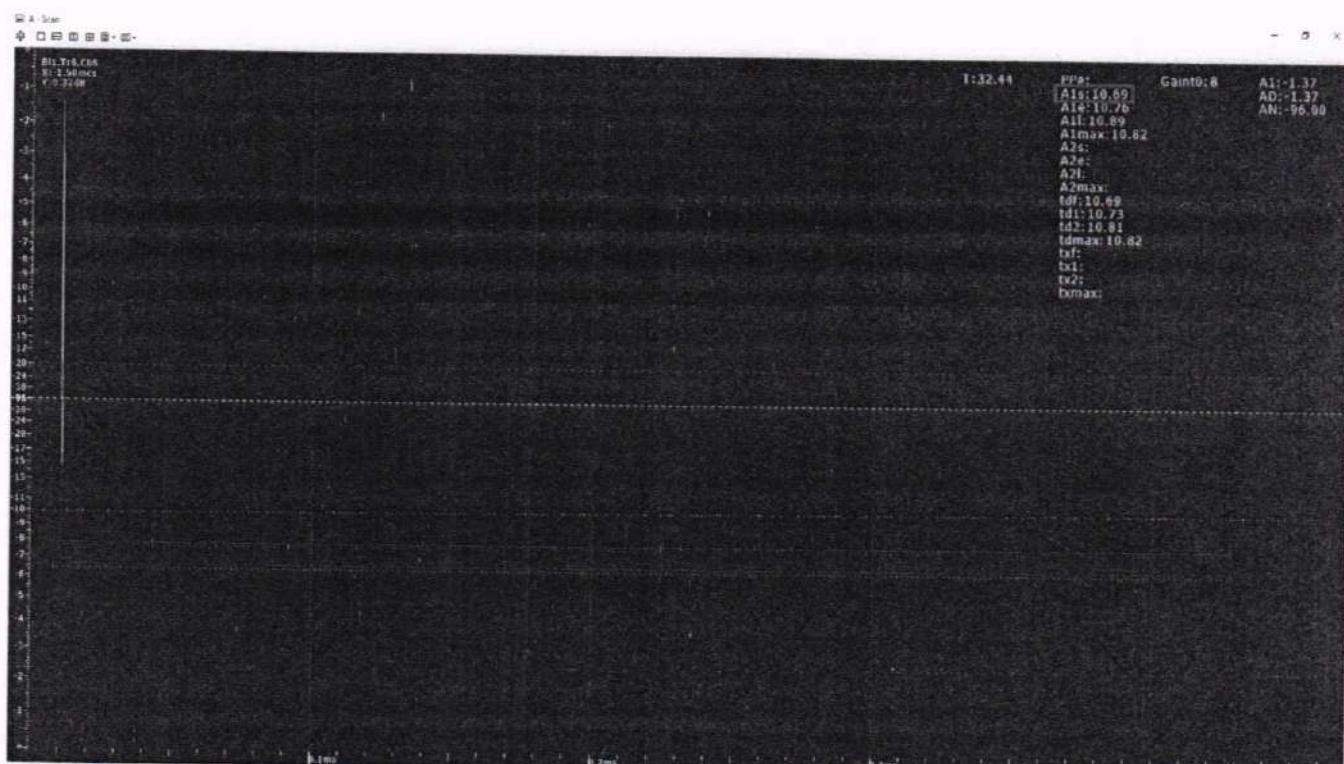


Рисунок 11 – Измерение длительности временных интервалов

10.2.6 Повторить операции пункта 10.2.5 для значений задержки сигнала на генераторе 0,5, 1, 10, 100, 400 мкс.

10.2.7 Рассчитать абсолютную погрешность измерений длительности временных интервалов по формуле (2):

$$\Delta D_T = D_{T_{измi}} - D_{T_i} + D_{T_0}, \quad (2)$$

где D_{T_0} – значение, измеренное частотометром при установленной задержке сигнала на генераторе 0 мкс, мкс;

D_{T_i} – значение, измеренное частотометром при установленной i -й задержке сигнала на генераторе, мкс;

$D_{T_{измi}}$ – значение, измеренное дефектоскопом при установленной i -й задержке сигнала на генераторе, мкс;

i – установленная задержка сигнала.

10.2.8 Повторить операции пунктов 10.2.3 – 10.2.7 для каждого канала дефектоскопа.

10.2.9 Результаты испытаний по данному разделу считать положительными, если диапазон измерений длительности временных интервалов составляет от 0,5 до 400 мкс, а значения абсолютной погрешности измерений длительности временных интервалов находятся в пределах $\pm 0,3$ мкс.

10.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений толщины объекта контроля

10.3.1 Установить меры КУСОТ с номиналами высот 5, 20, 50, 100 и 200 мм в иммерсионную ванну из состава дефектоскопа согласно РЭ.

10.3.2 Наполнить ванну водой согласно РЭ и дать отстояться.

10.3.3 Подключить пьезоэлектрический преобразователь (далее – ПЭП) к дефектоскопу согласно РЭ.

10.3.4 Поместить первый ПЭП на меру КУСОТ номинальным значением 50 мм. В окне «А-Скан» ПО «NkWare» должна отобразиться серия отраженных сигналов.

10.3.5 Во вкладке «Контроль» нажать кнопку «карандаш» и ввести номинальное значение скорости УЗК меры.

10.3.6 Установить первый ПЭП на меру КУСОТ номинальным значением высоты меры 5 мм.

10.3.7 Выбрать канал РА1 в меню «Каналы».

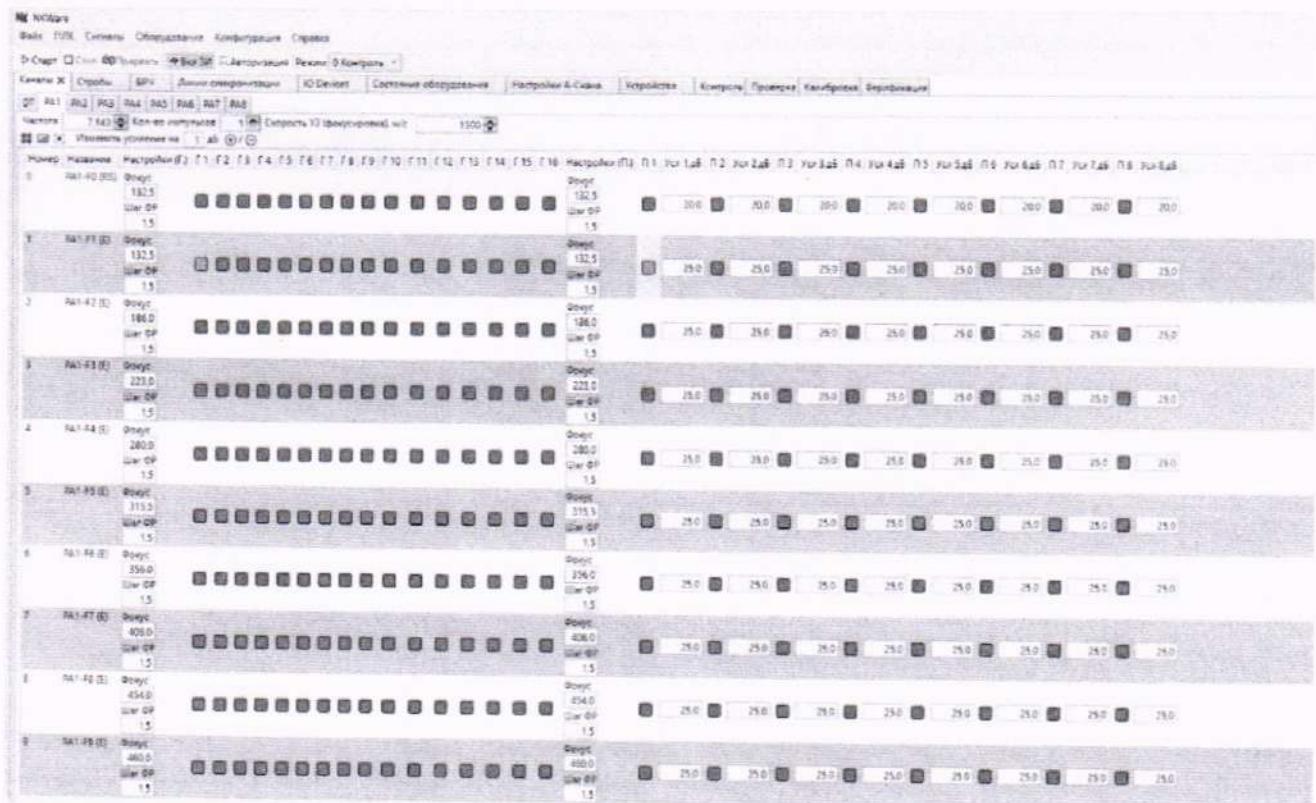


Рисунок 11 – Вызов меню «Каналы»

10.3.8 Повторить операции пунктов 10.3.6 – 10.3.7, установив первый ПЭП на меры КУСОТ с номинальным значением 20 и 100 мм.

10.3.9 Установить первый ПЭП на меру КУСОТ с номинальным значением высоты меры 200 мм.

10.3.10 Установить частоту 4,5 МГц и подобрать фокусные расстояния в излучающих и приемных элементах ПЭП для получения отраженного сигнала с максимальной амплитудой.

10.3.11 Выбрать канал РА1 в меню «Каналы»

10.3.12 Повторить пункты 10.3.4 – для всех каналов и ПЭП

10.3.12 Повторить операции пунктов 10.3.4 – для всех каналов и ПЭП.
10.3.13 Результаты испытаний по данному разделу считать положительными, если диапазон измерений толщины объекта контроля составляет от 5 до 200 мм, а абсолютная погрешность измерений толщины объекта контроля находится в пределах $\pm 0,3$ мм.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

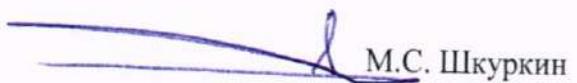
11.1 Дефектоскоп признается годным, если в ходе поверки все результаты положительные.

11.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца дефектоскопа или лица, предъявившего ее на поверку, на дефектоскоп выдается свидетельство о поверке, и (или) в паспорт дефектоскопа вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

11.4 Дефектоскоп, имеющий отрицательные результаты поверки в обращение, не допускается и на него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

Начальник НИО-10 ФГУП «ВНИИФТРИ»



М.С. Шкуркин

Начальник 103 отдела ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.В. Стрельцов

Инженер 1 категории 103 отдела ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.С. Неумолотов

ПРИЛОЖЕНИЕ А (рекомендуемое)

Локальная поверочная схема для ультразвуковых дефектоскопов, комплексов, систем, установок, приборов, станций

УТВЕРЖДАЮ
Главный метролог
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Д.Н. Пилипенко
16.06.2023 г.

Локальная поверочная схема для ультразвуковых дефектоскопов, комплексов, систем, установок, приборов, станций

