

АО "НПО "ИНТРОТЕСТ"

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор  
АО "НПО "ИНТРОТЕСТ"



В.И. Мироненко

2014 г.

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель  
ГНИ СИ ФБУ "УРАЛТЕСТ"



С.И. Петров

2014 г.

Дефектоскоп ультразвуковой многоканальный Интротест-2.Х

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МП 05-011-2014**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1</b>	<b>ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>СРЕДСТВА ПОВЕРКИ</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ</b>	<b>6</b>
<b>7</b>	<b>УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ</b>	<b>6</b>
<b>8</b>	<b>ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ</b>	<b>7</b>
8.1	ВНЕШНИЙ ОСМОТР	7
8.2	ОПРОБОВАНИЕ, ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	7
8.3	ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ АМПЛИТУДЫ ЗОНДИРУЮЩЕГО ИМПУЛЬСА	8
8.4	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЧНЫХ ЧАСТОТ ПОЛОСЫ ПРОПУСКАНИЯ ПРИЕМНИКА	10
8.5	ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПРИЕМНИКА ДЕФЕКТОСКОПА	13
8.6	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ОТНОШЕНИЯ АМПЛИТУД СИГНАЛОВ НА ВХОДЕ ПРИЕМНИКА ДЕФЕКТОСКОПА	15
8.7	Проверка динамического диапазона временной регулировки чувствительности	16
8.8	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ НАСТРОЙКИ ПОРОГОВОГО ИНДИКАТОРА	17
8.9	Проверка амплитудной характеристики приёмного тракта	19
8.10	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕНИ ЗАДЕРЖКИ СИГНАЛОВ (ГЛУБИН ЗАЛЕГАНИЯ ДЕФЕКТОВ И ТОЛЩИНЫ ЭХО-МЕТОДОМ)	20
8.11	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЭХОИМПУЛЬСА, ЭФФЕКТИВНОЙ ЧАСТОТЫ, ОТКЛОНЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ЧАСТОТЫ И ШИРИНЫ СПЕКТРА ПЭП	23
8.12	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШИРИНЫ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ ПЭП И ОТКЛОНЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОЙ ОСИ ПЭП ОТ НОРМАЛИ	25
8.13	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПАСА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ	29
8.14	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ РЕЗОНАНСНЫМ МЕТОДОМ.	30
8.15	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ЭХО-МЕТОДОМ (ПО ДВУМ ДОННЫМ СИГНАЛАМ)	34
<b>9</b>	<b>ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ</b>	<b>37</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А</b>	<b>38</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б</b>	<b>44</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ В</b>	<b>45</b>

## 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на дефектоскоп ультразвуковой многоканальный "Интротест-2.Х" (далее - дефектоскоп) предназначенный для измерений глубин залегания дефектов типа нарушения сплошности и однородности (далее - дефектов), измерений отношения амплитуд сигналов от дефектов, измерений толщин при ручном и автоматизированном ультразвуковом неразрушающем контроле.

Методика устанавливает порядок первичной и периодической поверки дефектоскопа.

Интервал между поверками – один год.

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:

- ГОСТ 12.2.007.0-75 "Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности";
- ПР 50.2.006-94 "ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений".

## 3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

3.2 Операции поверки по пунктам 8.11 – 8.15 выполняются, если в комплекте с дефектоскопом предоставлены ультразвуковые пьезоэлектрические преобразователи (далее - ПЭП).

3.3 В случае отрицательного результата при проведении одной из операций, поверку дефектоскопа прекращают, и дефектоскоп признают не прошедшим поверку.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	+	+
Опробование, подтверждение соответствия программного обеспечения	8.2	+	+
Определение максимальной амплитуды зондирующего импульса	8.3	+	+
Определение граничных частот полосы пропускания приемника	8.4	–	+
Определение граничных частот полосы пропускания приемника в диапазонах частот	8.4.14	+	–
Определение максимальной чувствительности приемника дефектоскопа	8.5	–	+
Определение максимальной чувствительности приемника дефектоскопа в диапазонах частот	8.5.9	+	–
Определение погрешности измерения отношения амплитуд сигналов на входе приемника дефектоскопа	8.6	+	+
Проверка динамического диапазона временной регулировки чувствительности	8.7	+	–
Определение погрешности настройки порогового индикатора (зоны нечувствительности)	8.8	+	–
Проверка амплитудной характеристики приёмного тракта	8.9	+	+
Определение погрешности измерения времени задержки сигналов (глубин залегания дефектов и толщины эхо-методом)	8.10	+	+
Определение длительности эхоимпульса, эффективной частоты, отклонения эффективной частоты и ширины спектра ПЭП	8.11	+	+
Определение ширины диаграммы направленности ПЭП и отклонения акустической оси ПЭП от нормали	8.12	+	+
Определение запаса чувствительности	8.13	+	+
Определение погрешности измерения толщины резонансным методом	8.14	+	+
Определение погрешности измерения толщины эхо-методом (по двум донным сигналам)	8.15	+	+

## 4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны использоваться средства поверки, указанные в таблице 2.

4.2 Допускается применять другие средства поверки, удовлетворяющие по метрологическим и основным техническим характеристикам требованиям настоящей методики.

4.3 Средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующие поверительные клейма или свидетельства о поверке.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.3	<b>Осциллограф цифровой TDS2012B</b> , полоса пропускания от 0 до 100 МГц, диапазон коэффициента отклонения $K_0$ от 10 мВ/дел до 5 В/дел, пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента отклонения $\pm 3\%$ .
8.4, 8.5	<b>Осциллограф цифровой TDS2012B</b> , полоса пропускания от 0 до 100 МГц, диапазон коэффициента отклонения $K_0$ от 10 мВ/дел до 5 В/дел, пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента отклонения $\pm 3\%$ . <b>Генератор сигналов произвольной формы 33250A</b> , диапазон частот выходного синусоидального сигнала от $1 \cdot 10^{-6}$ Гц до 80 МГц пределы допускаемой основной относительной погрешности частоты выходного сигнала $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ . <b>Магазин затуханий МЗ-50-3</b> , диапазон частот от 0 до 50 МГц; диапазон установки затуханий от 0,0 до 82,1 дБ, пределы допускаемой абсолютной погрешности по разностному затуханию от $\pm 0,1$ до $\pm 0,2$ дБ.
8.6 - 8.9	<b>Генератор сигналов произвольной формы 33250A</b> , диапазон частот выходного синусоидального сигнала от $1 \cdot 10^{-6}$ Гц до 80 МГц, пределы допускаемой основной относительной погрешности частоты выходного сигнала $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ . <b>Магазин затуханий МЗ-50-3</b> , диапазон частот от 0 до 50 МГц; диапазон установки затуханий от 0,0 до 82,1 дБ, пределы допускаемой абсолютной погрешности по разностному затуханию от $\pm 0,1$ до $\pm 0,2$ дБ.

## Продолжение таблицы 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.10	<p><b>Генератор сигналов произвольной формы 33250А</b>, диапазон частот выходного синусоидального сигнала от <math>1 \cdot 10^{-6}</math> Гц до 80 МГц пределы допускаемой основной относительной погрешности частоты выходного сигнала <math>\pm 1 \cdot 10^{-6}</math>.</p> <p><b>Частотомер универсальный CNT-66</b>, диапазон измерения периода от 8 нс до <math>2 \cdot 10^8</math> с, пределы допускаемой относительной погрешности измерения периода <math>\pm(1 \cdot 10^{-7} + 1 \text{ ед. счета})</math>.</p>
8.11, 8.12	<b>Комплекс программно-аппаратный USStudio-2</b> , номер по Госреестру 45385-10.
8.13	<p><b>Комплекс программно-аппаратный USStudio-2</b>, номер по Госреестру 45385-10.</p> <p><b>Комплект стандартных образцов КСО-2</b>, номер по Госреестру 20762-01.</p>
8.14, 8.15	<b>Комплект образцовых ультразвуковых мер толщины КМТ176М-1</b> , номер по Госреестру 6578-78

## 5 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица, прошедшие обучение по специальности "Поверка, калибровка средств ультразвукового неразрушающего контроля" и изучившие 42 7610.005.00.000 РЭ "Дефектоскоп ультразвуковой многоканальный Интротест-2.Х. Руководство по эксплуатации" и руководства по эксплуатации средств поверки.

## 6 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1 Дефектоскоп по способу защиты человека от поражения электрическим током относится к 3 классу по ГОСТ 12.2.007.0-75.

6.2 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, указанные в руководствах по эксплуатации дефектоскопа и применяемых средств поверки.

## 7 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

7.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 25 °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

## 8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 8.1 Внешний осмотр

8.1.1 Проверить наличие кабеля питания 220 В, наличие маркировки дефектоскопа, отсутствие механических повреждений дефектоскопа.

8.1.2 Если в комплекте с дефектоскопом предоставлены ПЭП, проверить наличие кабеля подключения ПЭП к дефектоскопу, наличие маркировки ПЭП, отсутствие механических повреждений ПЭП.

### 8.2 Опробование, подтверждение соответствия программного обеспечения

8.2.1 Подключить к дефектоскопу (при отсутствии встроенных монитора и клавиатуры) внешний монитор, клавиатуру и мышь. Подключить дефектоскоп к сети переменного тока 220 В. Нажать кнопку включения питания, дождаться появления основного окна программного обеспечения (далее - ПО) дефектоскопа, идентифицировать ПО считыванием идентификационного наименования и номера версии ПО с дисплея дефектоскопа. Идентификационное наименование ПО находится в верхней части основного окна ПО. Наименование ПО должно соответствовать представленному на рисунке 1.

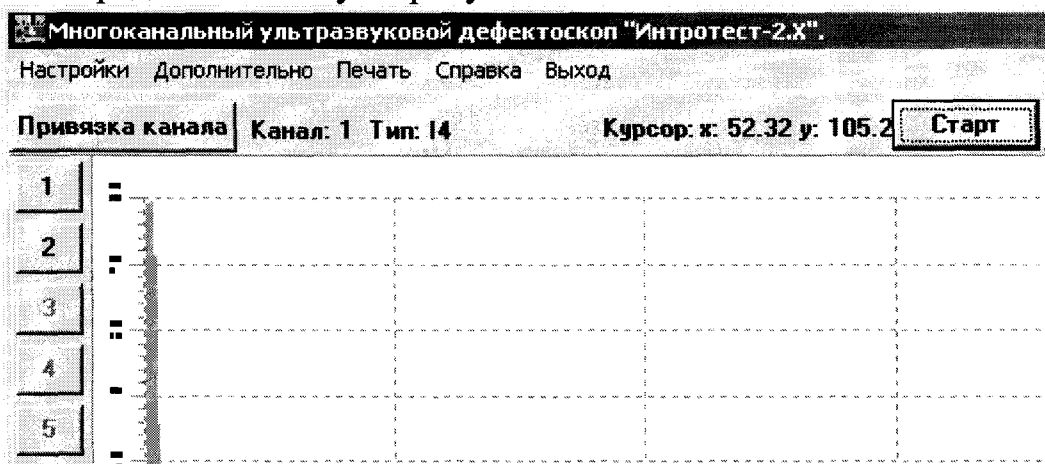


Рисунок 1 – Фрагмент основного окна ПО и наименование ПО

8.2.2 Для считывания номера версии ПО выбрать пункт меню "Справка", "О программе". Номер версии ПО должен быть 3.0.20 или выше.

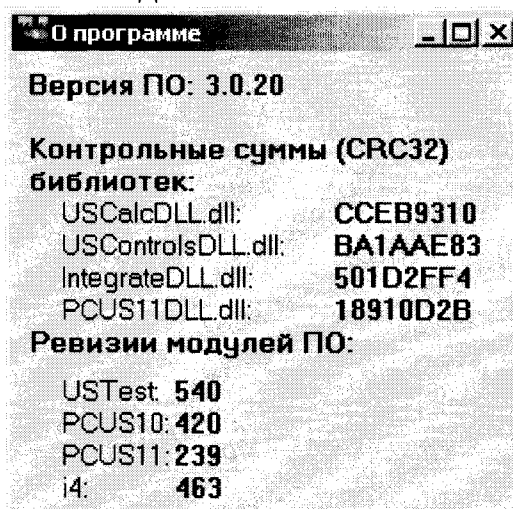


Рисунок 2 – Вид окна "О программе".

В этом же окне "О программе" считать контрольные суммы файлов метрологически значимой части ПО. Контрольные суммы должны соответствовать представленным на рисунке 2.

8.2.3 Установить параметры дефектоскопа в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 - Параметры дефектоскопа

Пункт меню	Параметр	Значение параметра
Опции индикации	Ось X размечена в	мкс
	Результат	мкс
	Результат амплитуды	в дБ над стробом
Анализаторы строба	Тип анализатора дефекта строба1	Строб с фиксированным началом и концом
Настройки	Выпрямление	Выпрямленный
	Усреднение	1
	Частота АЦП	100 МГц
Экран	Начало	0 мкс
	Конец	100 мкс
	Усиление	0 дБ
	Отсчетов/мм	20
	Фильтр	1,25 МГц
Глубиномер	Скорость	2000 м/с
	Угол ввода	0 град
	Задержка ПЭП	0 мкс
ВРЧ	Вкл./Выкл.	Выключена

8.2.4 Нажать кнопку "Старт". В окне «Настройка» установить такое значение «средней линии», чтобы базовая линия развертки установилась на 0 % вертикальной шкалы экрана.

8.2.5 Результаты проверок занести в протокол.

8.2.6 Операции по п.п. 8.2.2 - 8.2.4 выполнить для всех каналов дефектоскопа.

### 8.3 Определение максимальной амплитуды зондирующего импульса

8.3.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 2. При подключении осциллографа использовать щуп с делителем 1:10.

8.3.2 Установить параметры дефектоскопа в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4 - Параметры дефектоскопа

Пункт меню	Параметр	Значение параметра
Настройки	Напряжение зондирующего	320 В
	Длительность зондирующего	100 нс



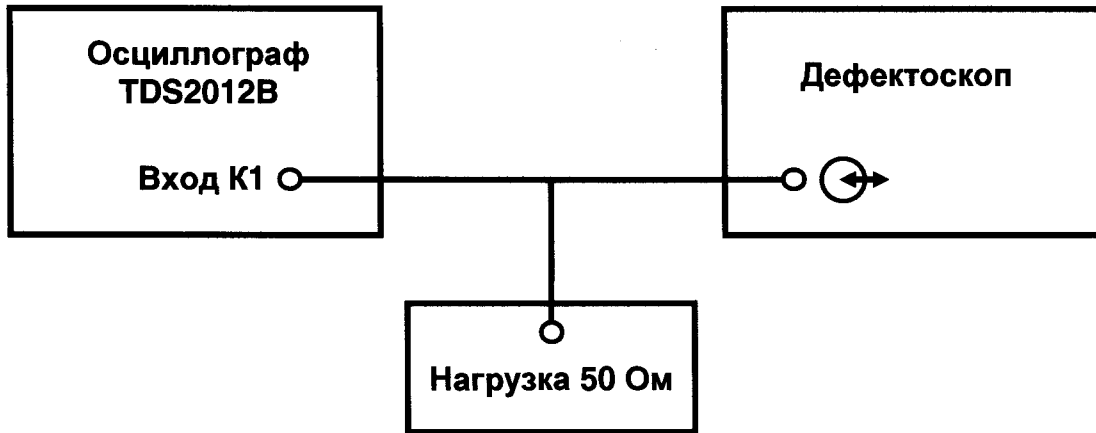


Рисунок 2 – Схема определения максимальной амплитуды зондирующего импульса.

8.3.3 Установить параметры осциллографа в соответствии с таблицей 5. Зондирующий импульс должен наблюдаться на экране осциллографа (Рисунок. 3).

Таблица 5 – Параметры осциллографа

Меню	Параметр	Значение параметра
МЕНЮ СИНХ "TRIG MENU"	"Type"	"Edge"
	"Source"	"CH1"
	"Mode"	"Normal"
"CH1 MENU"	"Coupling"	"DC"
	"Type"	"On 20 MHz"
	"Probe"	"10X"
"VERTICAL"	"VOLTS/DIV"	"50V"
"HORIZONTAL"	"SEC/DIV"	"25ns"
КУРСОР Cursor Menu	Type	Amplitude

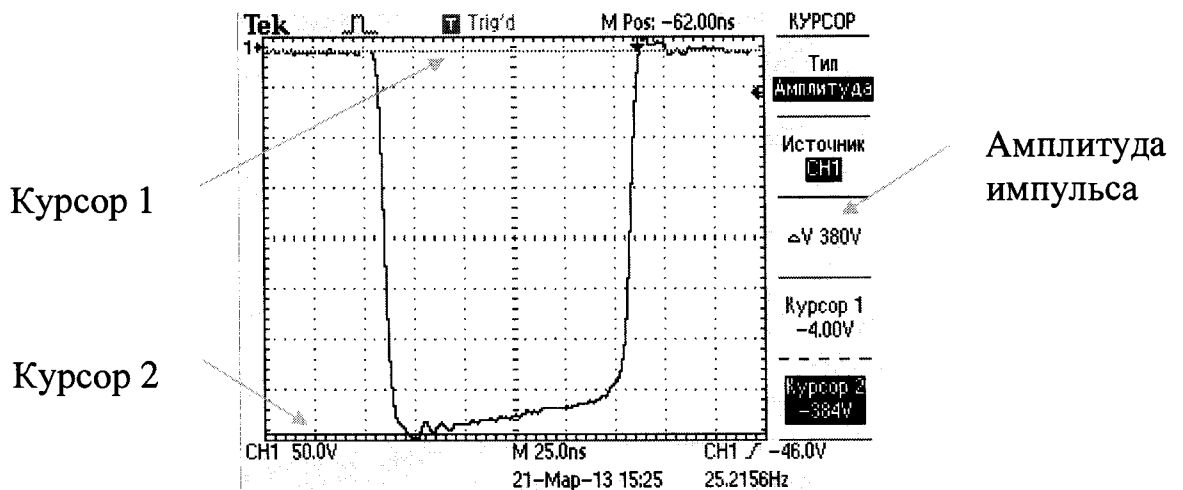


Рисунок 3 – Вид зондирующего импульса на экране осциллографа.

8.3.4 Определить амплитуду зондирующего импульса  $U_{зи}$ . Для этого в осциллографе включить курсоры для измерения амплитуды. Установить первый курсор на линию развертки, а второй курсор на вершину зондирующего импульса (смотри Рисунок. 3). Считать с экрана осциллографа значение амплитуды зондирующего импульса и занести в протокол.

8.3.5 Максимальная амплитуда зондирующего импульса должна быть не менее 300 В.

8.3.6 Выполнить операции по п.п. 8.3.2 – 8.3.5 для каждого канала дефектоскопа.

8.3.7 Если требование, указанное в п. 8.3.5 не выполняется хотя бы для одного канала, поверку прекращают, а дефектоскоп признают непригодным к применению.

**8.4 Определение граничных частот полосы пропускания приемника**

8.4.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 4.

8.4.2 Установить параметры генератора сигналов в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6 - Параметры генератора сигналов

Пункт меню	Параметр	Значение параметра
"SINE"	"Частота"(Freq)	1,5 МГц
	"Амплитуда"(Ampl), $V_{PP}$	0,8 В
"BURST"	Сус	от 20 до 50
	Delay	20 мкс

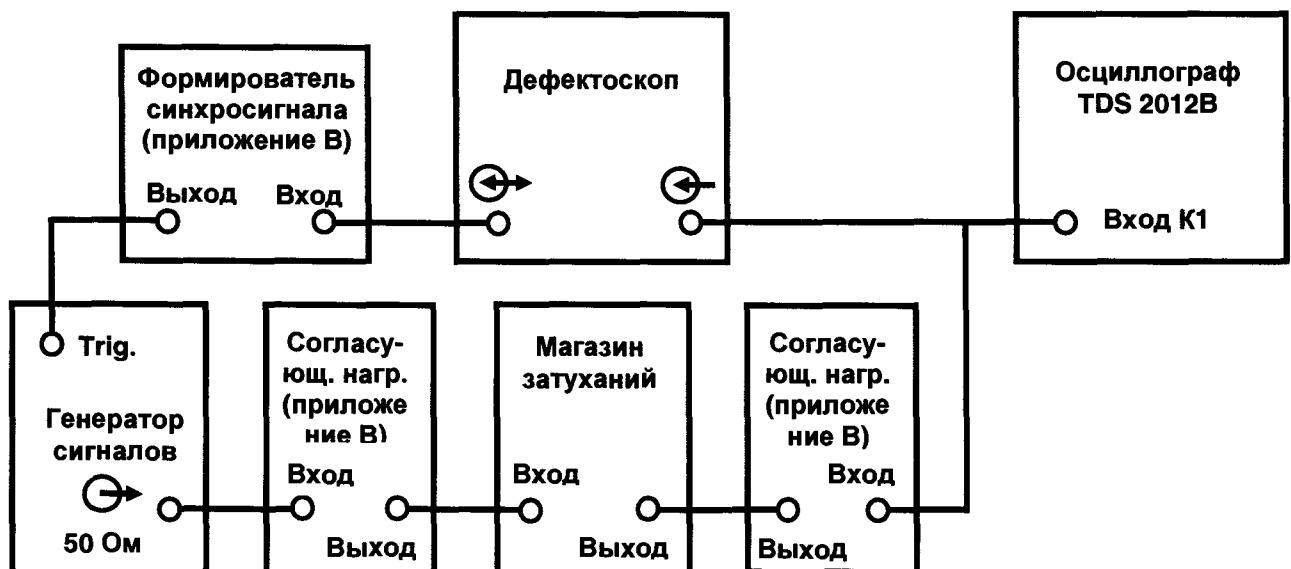


Рисунок 4 – Схема измерения граничных частот полосы пропускания и максимальной чувствительности приемника дефектоскопа

8.4.3 Установить параметры осциллографа в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7 – Параметры осциллографа

Меню	Параметр	Значение параметра
"VERTICAL"	"VOLTS/DIV"	"50 mV"
"HORIZONTAL"	"SEC/DIV"	"10 $\mu$ s"
КУРСОР Cursor Menu	Type	Amplitude

8.4.4 Установить параметры дефектоскопа в соответствии с таблицей 3.

8.4.5 Установить ослабление магазина затуханий 6 дБ. Регулятором усиления дефектоскопа установить амплитуду измерительного радиотехнического сигнала (далее – ИРС) на уровень 80 % по шкале экрана дефектоскопа (смотри рисунок 5). При необходимости отрегулировать уровень ИРС выходным напряжением генератора сигналов.

8.4.6 На экране осциллографа измерить амплитуду ИРС (смотри рисунок 6). Амплитуда ИРС должна быть не более 170 мВ.

8.4.7 Уменьшить ослабление магазина затуханий на 3 дБ. Амплитуда сигнала на экране дефектоскопа должна увеличиться.

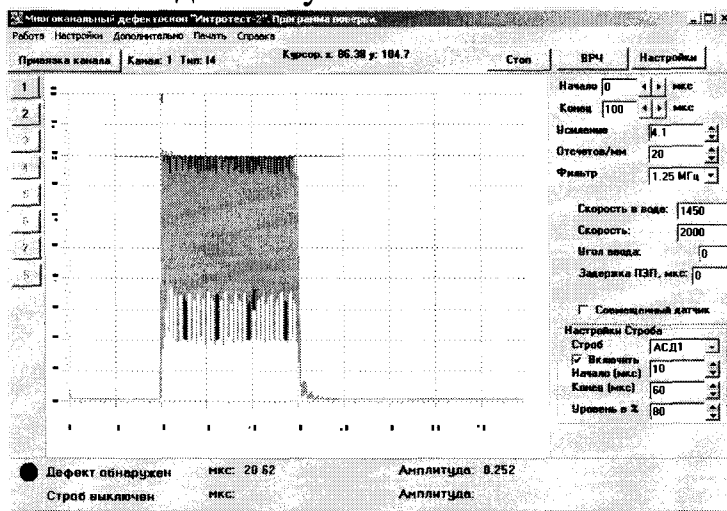


Рисунок 5 - Вид ИРС на экране дефектоскопа

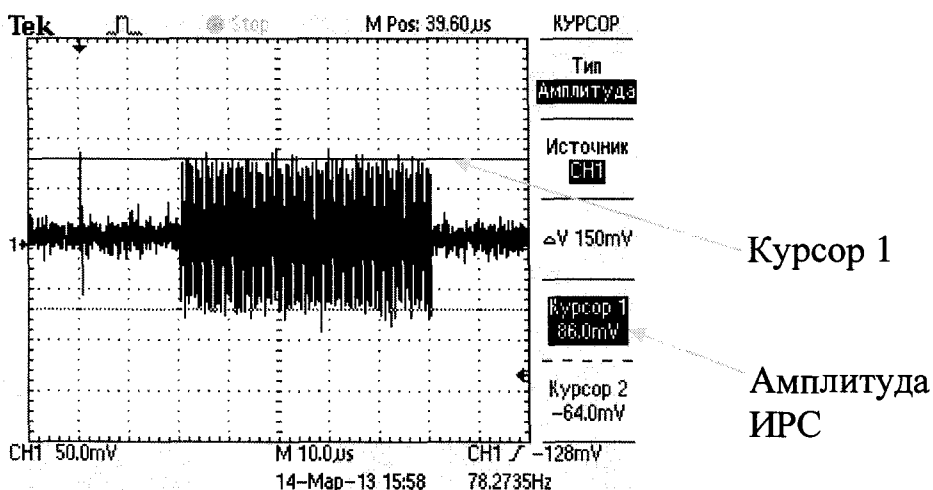


Рисунок 6 - Вид ИРС на экране осциллографа

8.4.8 Уменьшать частоту ИРС до тех пор, пока его амплитуда не достигнет 80 % шкалы экрана дефектоскопа. Определить нижнюю граничную частоту  $f_n$ , МГц по индикатору генератора сигналов и занести в протокол.

8.4.9 Установить параметры дефектоскопа в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8 – Параметры дефектоскопа

Пункт меню	Параметр	Значение параметра
Экран	Фильтр	"15 МГц"

8.4.10 Установить параметры генератора сигналов в соответствии с таблицей 9. Установить ослабление магазина затуханий 6 дБ. Регулятором усиления дефектоскопа установить амплитуду ИРС 80 % по шкале экрана. При необходимости отрегулировать амплитуду ИРС выходным напряжением генератора сигналов и увеличить длительность ИРС.

Таблица 9 – Параметры генератора сигналов

Пункт меню	Параметр	Значение параметра
"SINE"	"Частота"	13 МГц
	"Амплитуда" (Ampl), $V_{PP}$	0,8 В

8.4.11 Уменьшить ослабление магазина затуханий на 3 дБ.

8.4.12 Увеличивать частоту ИРС до тех пор, пока его амплитуда на экране не достигнет 80 % по шкале экрана дефектоскопа. Определить верхнюю граничную частоту  $f_b$ , МГц по индикатору генератора сигналов и занести в протокол.

8.4.13 Граничные частоты должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 10.

Таблица 10 – Граничные частоты полосы пропускания приемника

Параметр	Значение
Нижняя частота $f_n$ , МГц, не более	0,6
Верхняя частота $f_b$ , МГц, не менее	20

8.4.14 Определение граничных частот полосы пропускания приемника в диапазонах частот следует проводить аналогично п.п. 8.4.1 – 8.4.12, при этом устанавливая частоту генератора сигналов и частоту фильтров в дефектоскопе в соответствии с таблицей 11. Измеренные значения граничных частот занести в протокол.

Таблица 11 – Частоты генератора сигналов и фильтров дефектоскопа

Частота генератора сигналов, МГц	Обозначение фильтра
1,5	"1,25 МГц"
2,5	"2,5 МГц"
5	"5 МГц"
13	"15 МГц"

8.4.15 Граничные частоты полосы пропускания приемника в диапазонах частот должны соответствовать требованиям таблицы 12.

Таблица 12 – Граничные частоты полосы пропускания приемника

Фильтр	Нижняя частота $f_n$ , МГц, не более	Верхняя частота $f_b$ , МГц, не менее
"1,25 МГц"	0,6	2
"2,5 МГц"	1,3	3,8
"5 МГц"	2,5	7,5
"15 МГц"	7	20

8.4.16 Операции по п.п. 8.4.2 – 8.4.15 выполнить для каждого канала дефектоскопа.

8.4.17 Если требования указанные в п.п. 8.4.13, 8.4.15 не выполняются хотя бы для одного канала, поверку прекращают, а дефектоскоп признают непригодным к применению.

### 8.5 Определение максимальной чувствительности приемника дефектоскопа

8.5.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 4.

8.5.2 Установить параметры генератора сигналов в соответствии с таблицей

13. Установить параметры осциллографа в соответствии с таблицей 7.

Таблица 13 – Параметры генератора сигналов

Пункт меню	Параметр	Значение параметра
"SINE"	"Частота"(Freq)	1,5 МГц
	"Амплитуда"(Ampl), $V_{PP}$	0,8 В
"BURST"	Delay	50 мкс
	Сус	20

8.5.3 Установить параметры дефектоскопа в соответствии с таблицей 14.

Таблица 14 – Параметры дефектоскопа

Пункт меню	Параметр	Значение параметра
Экран	Начало	0 мкс
	Конец	150 мкс
	Усиление	0 дБ
	Отсчетов/мм	20
	Фильтр	1,25 МГц
Настройки строба АСД1	Начало	50 мкс
	Конец	70 мкс
	Уровень	50 %
	Включить	Поставить "v"
Настройки строба АСД2	Начало	80 мкс
	Конец	100 мкс
	Уровень	25 %
	Включить	Поставить "v"
Настройки	Напряжение зондирующего	50 В
Опции индикации	Результат амплитуды	В процентах экрана

8.5.4 Ослабление магазина затуханий 0 дБ. Регулятором напряжения выходного сигнала генератора установить амплитуду ИРС на уровень 50 % по шкале экрана дефектоскопа. С помощью осциллографа измерить амплитуду ИРС на входе приемника дефектоскопа  $U_0$ , мВ.

8.5.5 Увеличить усиление приемника дефектоскопа до величины, при которой уровень шумов достигнет 25 % шкалы экрана. При этом амплитуда ИРС выходит за пределы экрана дефектоскопа (смотри рисунок 7).

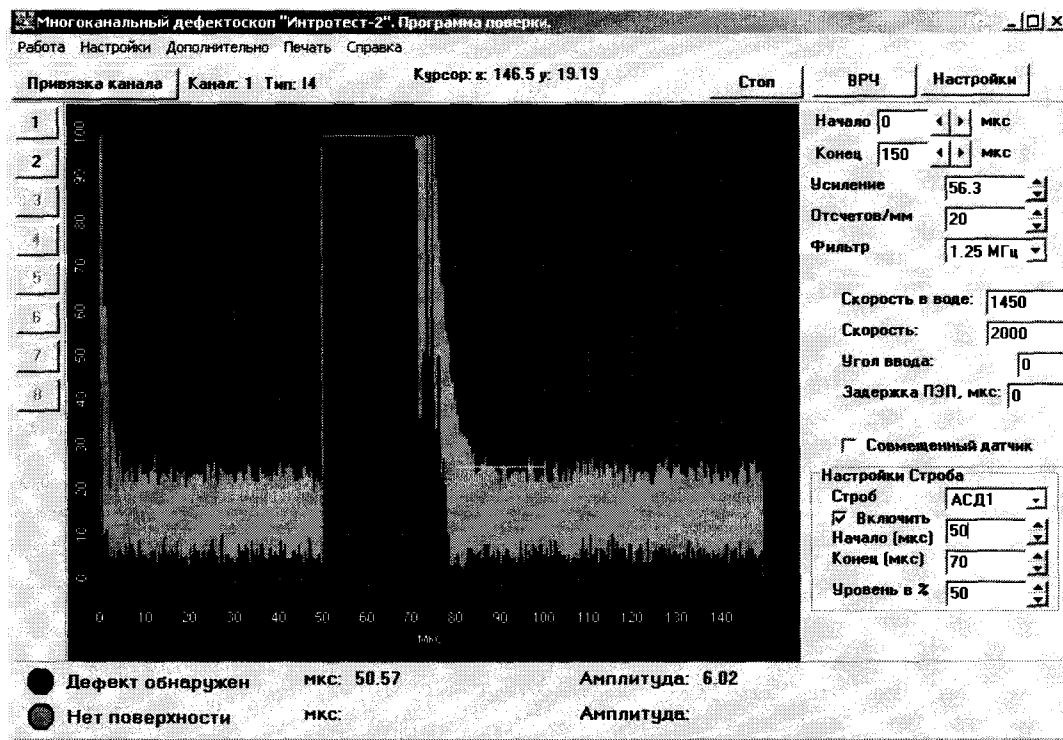


Рисунок 7 – Вид экрана при уровне шумов 25 %

8.5.6 Увеличивать ослабление магазина затуханий до тех пор, пока амплитуда ИРС и шумов не будут на уровне 50 % и 25 % шкалы экрана дефектоскопа соответственно (при необходимости увеличить усиление приемника дефектоскопа). Зафиксировать ослабление магазина затуханий  $K_1$ , дБ.

8.5.7 Максимальную чувствительность  $U_1$ , мкВ, вычислить по формуле

$$U_1 = 1000 \cdot U_0 \cdot 10^{\frac{-K_1}{20}} \quad (1)$$

Значение  $U_1$  занести в протокол.

8.5.8 Максимальная чувствительность должна быть не более 60 мкВ.

8.5.9 Определение максимальной чувствительности приемника в диапазонах частот следует проводить аналогично п.п. 8.5.1 – 8.5.7, при этом частоту генератора импульсов и частоту фильтров дефектоскопа устанавливать в соответствии с таблицей 11.

8.5.10 Максимальная чувствительность приемника в диапазонах частот должна соответствовать требованиям таблицы 15.

Таблица 15 – Максимальная чувствительность в диапазонах частот

Характеристика	Значение
Максимальная чувствительность приемника в диапазонах частот, мкВ, не более	
(0,6 – 2) МГц	60
(1,3 – 3,8) МГц	80
(2,5 – 7,5) МГц	100
(7 – 20) МГц	150

8.5.11 Операции по п.п. 8.5.2 – 8.5.10 выполнить для каждого канала дефектоскопа.

8.5.12 Если требования указанные в п. 8.5.8, 8.5.10 не выполняются хотя бы для одного канала, поверку прекращают, а дефектоскоп признают непригодным к применению.

### 8.6 Определение погрешности измерения отношения амплитуд сигналов на входе приемника дефектоскопа

8.6.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 8.

8.6.2 Установить параметры генератора сигналов в соответствии с таблицей 13.

8.6.3 Установить параметры дефектоскопа в соответствии с таблицей 14.

8.6.4 Ослабление магазина затуханий установить 0 дБ.

8.6.5 Регулятором напряжения выходного сигнала генератора установить амплитуду ИРС на уровень 50 % по шкале экрана дефектоскопа.

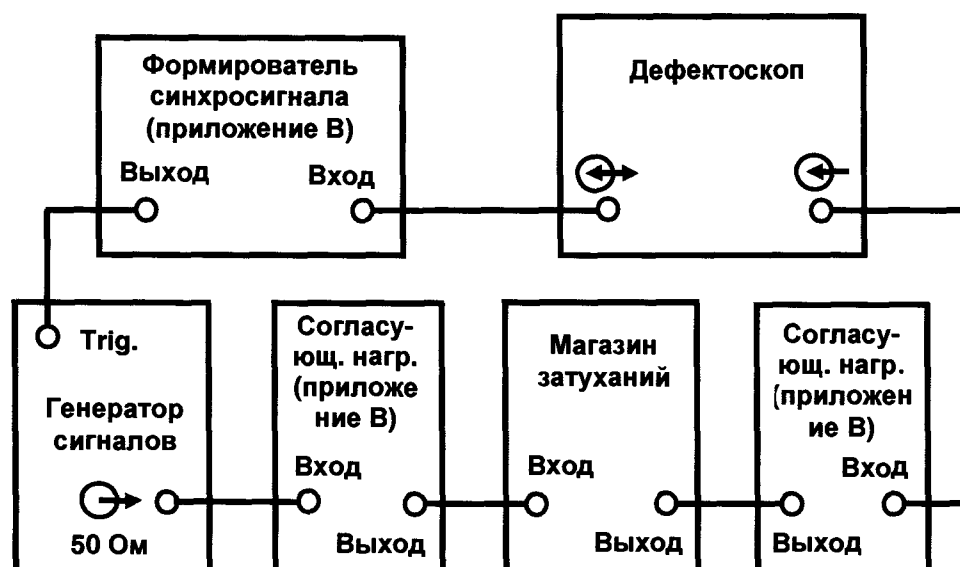


Рисунок 8 – Схема определения погрешности измерения отношения амплитуд сигналов в диапазоне от 0 до 70 дБ

8.6.6 Увеличивать пошагово коэффициент усиления дефектоскопа согласно таблице 16. Амплитуда ИРС на экране дефектоскопа увеличится. Зафиксировать коэффициент усиления  $K_i$ , дБ.

Таблица 16 – Шаг изменения коэффициента усиления

	Диапазон изменения коэффициента усиления, дБ	
	от 0 до 18	от 20 до 70
Шаг, дБ	2	10

8.6.7 Увеличивать ослабление магазина затуханий до тех пор, пока амплитуда ИРС снова не достигнет уровня 50 %. Зафиксировать ослабление магазина затуханий  $K_{амт}$ , дБ.

8.6.8 Абсолютную погрешность измерения коэффициента усиления  $\Delta K$ , дБ, вычислить по формуле:

$$\Delta K = K_i - K_{амт} \quad (2)$$

8.6.9 Провести операции п.п. 8.6.6 – 8.6.8 для всего диапазона изменения коэффициента усиления дефектоскопа. Значения  $\Delta K$  занести в протокол.

8.6.10 Погрешность измерения отношения амплитуд (коэффициента усиления) сигналов не должна быть более  $\pm 1$  дБ.

8.6.11 Операции по п.п. 8.6.2 – 8.6.10 выполнить для каждого канала дефектоскопа.

8.6.12 Если требование, указанное в п. 8.6.10 не выполняется хотя бы для одного канала, поверку прекращают, а дефектоскоп признают непригодным к применению.

## 8.7 Проверка динамического диапазона временной регулировки чувствительности

8.7.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 8.

8.7.2 Установить параметры генератора сигналов в соответствии с таблицей 13.

8.7.3 Установить параметры дефектоскопа в соответствии с таблицей 17.

Таблица 17 – Параметры дефектоскопа

Пункт меню	Параметр	Значение параметра
Экран	Начало	0 мкс
	Конец	150 мкс
	Усиление	0 дБ
	Фильтр	1,25 МГц

8.7.4 Ослабление магазина затуханий установить 0 дБ. Регулятором напряжения выходного сигнала генератора установить амплитуду ИРС на уровень 50 % по шкале экрана дефектоскопа.



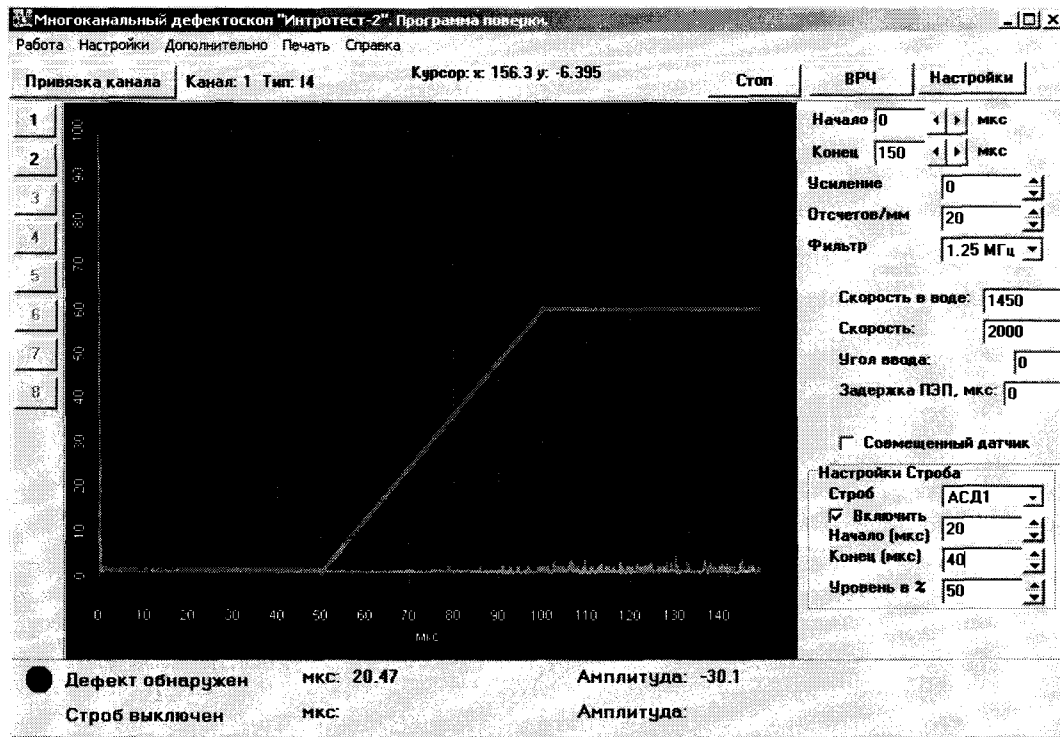


Рисунок 9 – Кривая ВРЧ

8.7.5 Включить временную регулировку чувствительности (далее – ВРЧ) дефектоскопа. Установить зону ВРЧ так, как показано на рисунке 9: первая точка (50 мкс; 0 дБ), вторая точка (100 мкс; 60 дБ), третья точка (150 мкс; 60 дБ).

8.7.6 Изменяя ослабление магазина затуханий, установить амплитуду тест-сигнала на уровень 50 %. Зафиксировать ослабление  $K_n$ , дБ.

8.7.7 С помощью генератора сигналов задержку ИРС установить 120 мкс. Амплитуда ИРС при этом возрастет.

8.7.8 С помощью магазина затуханий амплитуду ИРС установить равной 50 % по шкале экрана дефектоскопа. Зафиксировать ослабление  $K_k$ , дБ.

8.7.9 Динамический диапазон ВРЧ  $\Delta K_{врч}$ , дБ, вычислить по формуле

$$\Delta K_{врч} = K_k - K_n \quad (3)$$

Значение  $\Delta K_{врч}$  занести в протокол. Выключить ВРЧ дефектоскопа.

8.7.10 Динамический диапазон ВРЧ должен быть равен  $60 \pm 1$ , дБ.

8.7.11 Операции по п.п. 8.7.2 – 8.7.10 выполнить для каждого канала дефектоскопа.

8.7.12 Если требование п. 8.7.10 не выполняется хотя бы для одного канала, поверку прекращают, а дефектоскоп признают непригодным к применению.

## 8.8 Определение погрешности настройки порогового индикатора

8.8.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 8.

8.8.2 Установить параметры генератора сигналов в соответствии с таблицей 18.

Таблица 18 – Параметры генератора сигналов

Пункт меню	Параметр	Значение параметра
"SINE"	"Частота"(Freq)	1,5 МГц
	"Амплитуда"(Ampl), V <sub>pp</sub>	0,8 В
"BURST"	Delay	60 мкс
	Cyc	1

8.8.3 Установить параметры дефектоскопа в соответствии с таблицей 19.

Таблица 19 – Параметры дефектоскопа

Пункт меню	Параметр	Значение параметра
Экран	Начало	0 мкс
	Конец	150 мкс
	Усиление	0 дБ
	Отсчетов/мм	20
	Фильтр	1,25 МГц
Настройки строба АСД1	Начало	50 мкс
	Конец	70 мкс
	Уровень	55%
	Включить	Поставить "v"
Настройки строба АСД2	Начало	80 мкс
	Конец	100 мкс
	Уровень	55%
	Включить	Поставить "v"

8.8.4 Ослабление магазина затуханий установить 5 дБ. Регулировкой усиления дефектоскопа и регулятором напряжения выходного сигнала генератора установить амплитуду ИРС на уровень 60 % по шкале экрана дефектоскопа. ИРС должен находиться в зоне АСД1.

8.8.5 Увеличивать ослабление магазина затуханий до величины, при которой перестает срабатывать АСД1 - красный индикатор в нижней части экрана дефектоскопа меняет цвет на зелёный. Зафиксировать ослабление магазина затуханий  $K_1$ , дБ.

8.8.6 Уменьшать ослабление магазина затуханий до величины, при которой АСД1 срабатывает постоянно. Зафиксировать ослабление  $K_2$ , дБ.

8.8.7 Вычислить погрешность настройки порогового индикатора АСД  $\Delta K$ , дБ, по формуле:

$$\Delta K = K_1 - K_2 \quad (4)$$

Значение  $\Delta K$  занести в протокол.

8.8.8 Установить на генераторе сигналов задержку ИРС "Delay" 90 мкс. ИРС должен находиться в зоне АСД2. Операции по п. п. 8.8.4 – 8.8.7 провести для АСД2.

8.8.9 Погрешность настройки порогового индикатора должна быть не более  $\pm 0,5$  дБ.

8.8.10 Операции по п.п. 8.8.2 – 8.8.9 выполнить для каждого канала дефектоскопа.

8.8.11 Если требование п. 8.8.9 не выполняется хотя бы для одного канала, поверку прекращают, а дефектоскоп признают непригодным к применению.

## 8.9 Проверка амплитудной характеристики приёмного тракта

8.9.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 8.

8.9.2 Установить параметры генератора сигналов в соответствии с таблицей 13.

8.9.3 Установить параметры дефектоскопа в соответствии с таблицей 14. Установить усиление дефектоскопа 10 дБ.

Таблица 20 – Параметры магазина затуханий и ИРС

Ослабление аттенюатора, дБ	Номинальная амплитуда ИРС, % высоты экрана	Допускаемая амплитуда ИРС, % высоты экрана
1	90	88 – 92
2	80	Уровень настройки
4	64	62 – 66
6	50	48 – 52
8	40	38 – 42
12	25	23 – 27
14	20	18 – 22
20	10	8 – 12
26	5	3 – 7

8.9.4 Ослабление магазина затуханий установить 2 дБ. Регулировкой выходным напряжением генератора установить амплитуду ИРС близкой 80 % высоты экрана. При необходимости отрегулировать усилением дефектоскопа амплитуду ИРС.

8.9.5 Не изменяя усиление дефектоскопа, уменьшить ослабление магазина затухания до 1 дБ, измерить амплитуду ИРС. Амплитуда ИРС отображается в поле "амплитуда" в нижней части экрана в процентах высоты экрана. Далее увеличивать ослабление магазина затуханий в соответствии с таблицей 20, одновременно измерять амплитуду ИРС на экране дефектоскопа в поле "амплитуда".

8.9.6 Допустимая амплитуда ИРС на экране дефектоскопа должна соответствовать таблице 20.

8.9.7 Операции по п.п. 8.9.2 – 8.9.6 выполнить для каждого канала дефектоскопа.

8.9.8 Если требование п. 8.9.6 не выполняется хотя бы для одного канала, поверку прекращают, а дефектоскоп признают непригодным к применению.

### 8.10 Определение погрешности измерения времени задержки сигналов (глубин залегания дефектов и толщины эхо-методом)

8.10.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 10. Активировать окно «Толщина».

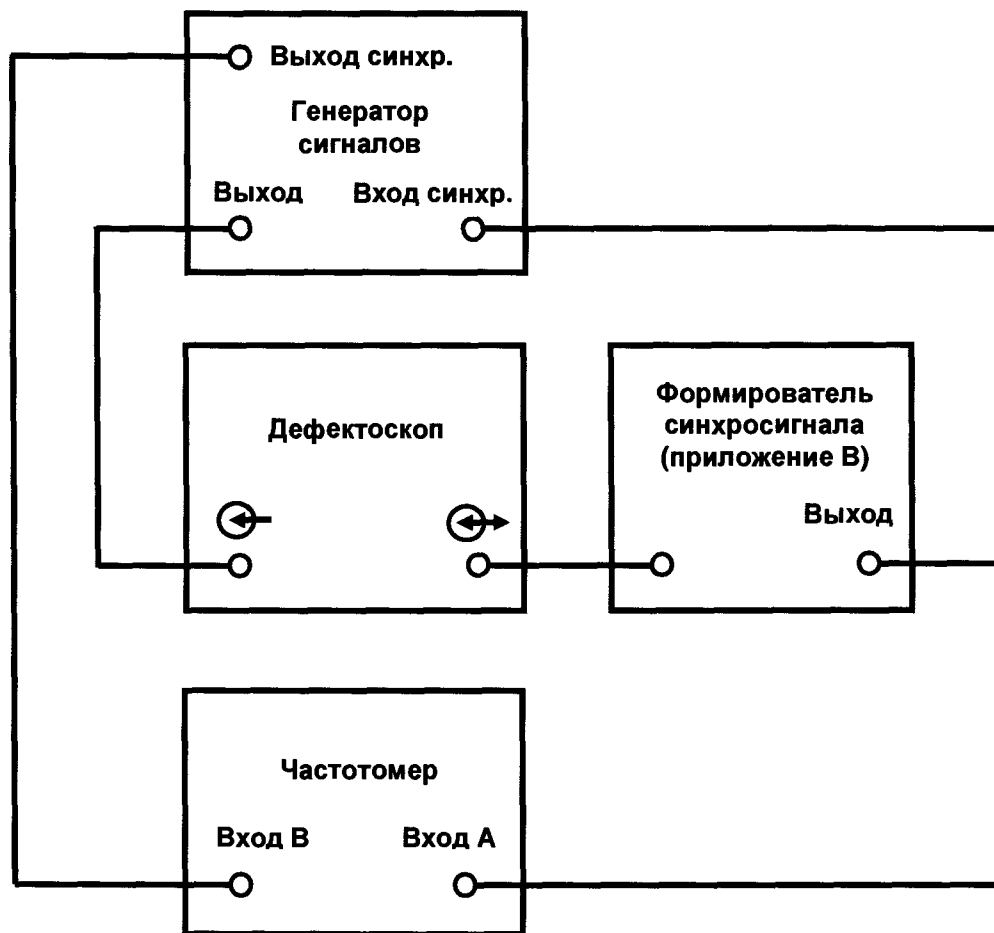


Рисунок 10 – Схема для определения погрешности измерения времени задержки сигналов

8.10.2 Установить параметры генератора сигналов в соответствии с таблицей 21.

Таблица 21 – Параметры генератора сигналов

Пункт меню	Параметр	Значение параметра
"SINE"	"Freq"	"13,00 MHz"
	"Ampl"	"0,2 Vpp"
	"Offset"	"0,0 Vdc"
"BURST"	"#Cycles"	"1"
	"Trigger Setup"	"Ext"
	"Delay"	"1,0 μs"
	"StartPhase"	"0,0 °"

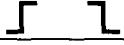



8.10.3 Установить параметры дефектоскопа в соответствии с таблицей 22.

Таблица 22 – Параметры дефектоскопа

Пункт меню	Параметр	Значение параметра
Экран	Начало	0 мкс
	Конец	12 мкс
	Фильтр	15 МГц
Настройки	Выпрямление	Выпрямленный
	Частота АЦП	100 МГц
Глубиномер	Задержка ПЭП, мкс	0 мкс
Опции индикации	Ось X размечена в	мкс
	Результат	мкс
Анализаторы строба	Тип анализатора дефекта строба1	По фронту
Настройка строба АСД1	Начало	0,5 мкс
	Конец	11 мкс
	Уровень	40%
ВРЧ	Вкл./Выкл.	Выключена

8.10.4 Установить параметры частотомера в соответствии с таблицей 23.

Таблица 23 – Параметры частотомера

Пункт меню	Параметр	Значение параметра
"Function"		"Time A – B"
"Meas.time"		"10 s"
"Set A"	DC/AC	DC
		
	"DC Trigger level"	0,4
	ATT	x10
"Set B"	DC/AC	AC
		
	"DC Trigger level"	0,02

8.10.5 Настроить усиление дефектоскопа таким образом, чтобы амплитуда ИРС достигала 80 % экрана.

8.10.6 Считать и занести в протокол задержку ИРС  $t_i$ , мкс в окне «Толщина».

8.10.7 Считать с индикатора частотомера задержку ИРС  $T_i$ , мкс и занести в протокол.

8.10.8 В генераторе сигналов увеличивать задержку ИРС "Delay" ступенями по 10 % диапазона развертки и выполнять операции по п. 8.10.6 - 8.10.7. При увеличении задержки, ИРС не должен выходить за пределы зоны АСД1.

8.10.9 Вычислить коэффициенты линейной регрессии А, В по формулам

$$A = \frac{n \sum_{i=1}^n t_i T_i - \sum_{i=1}^n t_i \sum_{i=1}^n T_i}{n \sum_{i=1}^n T_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n T_i \right)^2}, \quad B = \frac{\sum_{i=1}^n t_i - A \sum_{i=1}^n T_i}{n} \quad (5)$$

где n – количество измерений.

8.10.10 Погрешность измерения задержки сигналов  $\Delta t_i$ , мкс, вычислить по формуле:

$$\Delta t_i = t_i - A * T_i - B \quad (6)$$

Значения  $\Delta t_i$  занести в протокол.

8.10.11 Установите среднее значение диапазона развертки. Для этого установите параметры дефектоскопа в соответствии с таблицей 24.

Таблица 24 – Параметры дефектоскопа

Пункт меню	Параметр	Значение
Настройка	Частота АЦП	20 МГц
Экран	Начало	10 мкс
	Конец	800 мкс
	Фильтр	1,25 МГц
Настройка строба АСД1	Начало	40 мкс
	Конец	760 мкс
	Уровень	40%

8.10.12 Установить параметры генератора сигналов в соответствии с таблицей 25.

Таблица 25 – Параметры генератора сигналов

Пункт меню	Параметр	Значение параметра
"SINE"	"Freq"	"1,50 MHz"
"BURST"	"Delay"	"80,0 μs"

8.10.13 Изменяя параметр "Delay" в генераторе сигналов ступенями по 10 % диапазона развертки провести операции по п. 8.10.6 – 8.10.10.

8.10.14 Установите максимальное значение диапазона развертки. Для этого установите параметры дефектоскопа в соответствии с таблицей 26.

Таблица 26 – Параметры дефектоскопа

Пункт меню	Параметр	Значение
Настройка	Частота АЦП	10 МГц
Экран	Начало	10 мкс
	Конец	1600 мкс
Настройка строба АСД1	Начало	40мкс
	Конец	1560 мкс
	Уровень	40 %

8.10.15 Установить параметры генератора сигналов в соответствии с таблицей 27.

Таблица 27 – Параметры генератора сигналов

Пункт меню	Параметр	Значение параметра
"BURST"	"Delay"	"160,0 $\mu$ s"

8.10.16 Изменяя параметр "Delay" в генераторе сигналов ступенями по 10 % диапазона развертки провести операции по п. 8.10.6 – 8.10.10.

8.10.17 Погрешность измерения задержки сигналов не должна превышать значений, указанных в таблице 28.

Таблица 28 – Максимальная погрешность измерения задержки сигналов

Длительность развертки, мкс	Предел допустимой погрешности измерения времени задержки сигналов $\Delta T$ , мкс
12	$\pm 0,021$
800	$\pm 0,14$
1600	$\pm 0,28$

8.10.18 Операции по п.п. 8.10.1 – 8.10.17 выполнить для каждого канала дефектоскопа.

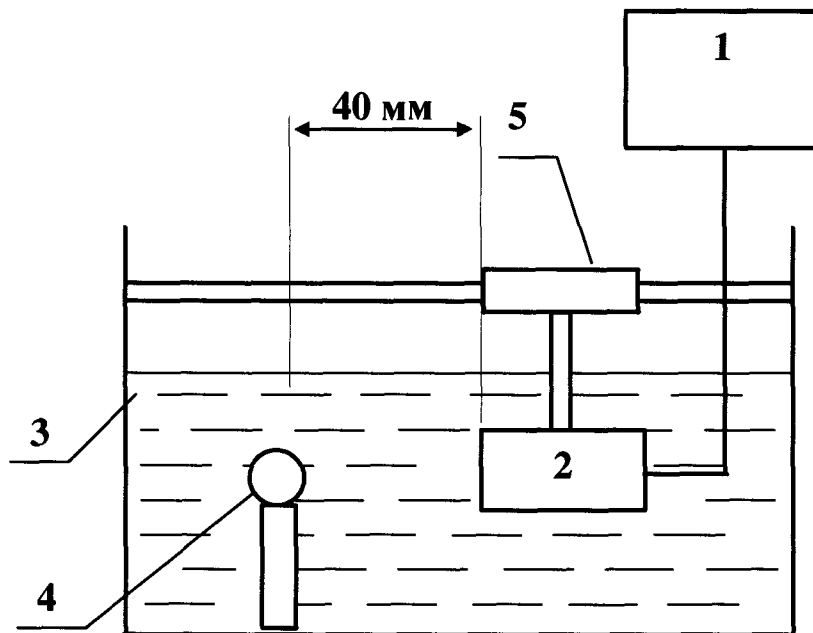
8.10.19 Если требование п. 8.10.17 не выполняется хотя бы для одного канала, поверку прекращают, а дефектоскоп признают непригодным к применению.

### **8.11 Определение длительности эхоимпульса, эффективной частоты, отклонения эффективной частоты и ширины спектра ПЭП**

8.11.1 Определить программно-аппаратным комплексом USStudio-2 (далее "Комплекс") длительность эхосигнала, эффективную частоту, отклонение эффективной частоты, ширину спектра ПЭП для каждого ПЭП для дефектоскопии из комплекта дефектоскопа в соответствии с п. 8.11.2.

8.11.2 Порядок проведения измерений:

1) собрать схему, изображённую на рис 11



1 – комплекс, 2 – ПЭП, 3 – иммерсионная ванна, 4 – сферический отражатель, 5 – координатное устройство.

Рисунок 11 - Определение длительности эхоимпульса, эффективной частоты, отклонения эффективной частоты, ширины спектра ПЭП

- 2) в разделе **Работа с паспортами** программного обеспечения “USStudio” выбрать пункт создание нового паспорта, ввести информацию о ПЭП, в пункте «Заполнение паспорта» галочка должна стоять напротив «Использовать Мастер»;
- 3) тип ПЭП, в пункте «Конструкция преобразователя» укажите иммерсионный, плоский;
- 4) частотные характеристики. Нажмите кнопку «Запустить». Установить параметры комплекса в соответствии с таблицей 29;

Таблица 29 – Параметры комплекса

Пункт меню	Параметр	Тип ПЭП	Значение
ГЗИ	Напряжение зондирующего импульса	П211-1,8-К12	100 В
		П211-2,5-К12	
		П211-5-К6	
		П211-5-К12	
	Ширина зондирующего импульса	П211-10-К6	170 В
		П211-10-К10	
		П211-15-К6	
	Для всех типов	50 – 100 нс	



Продолжение таблицы 29

Приемник	Фильтр	П211-1,8-К12	0,6 – 2
		П211-2,5-К12	1,3 – 3,8
		П211-5-К6	2,5 – 7,5
		П211-5-К12	
		П211-10-К6	7 – 20
		П211-10-К10	
		П211-15-К6	
Развёртка	Начало	Для всех типов	10 мкс
	Диапазон		80 мкс

5) произвести юстировку ПЭП, для этого вертикальным перемещением сферического отражателя и горизонтальным поперечным перемещением каретки с ПЭП добиться максимальной амплитуды эхосигнала;

6) регулировкой "Усиление" установить амплитуду эхосигнала в диапазоне (-2 ÷ 0) дБ по шкале экрана;

7) для проведения расчетов нажать кнопку **Экспорт данных**;

8) на экране появятся значения следующих параметров ПЭП:

- длительность эхоимпульса на уровне минус 6 дБ;
- эффективная частота;
- отклонение эффективной частоты;
- частота максимума спектра
- отклонение частоты максимума спектра
- ширина спектра
- среднегеометрическая частота.

Измеренные значения длительности эхоимпульса на уровне минус 6 дБ, эффективной частоты, отклонения эффективной частоты и ширины спектра ПЭП занести в протокол.

8.11.3 Значения длительности эхоимпульса на уровне минус 6 дБ, эффективной частоты, отклонения эффективной частоты и ширины спектра ПЭП должны соответствовать требованиям, приведенным в приложении Б.

8.11.4 Если требование п. 8.11.3 не выполняется, ПЭП признают непригодным к применению.

8.11.5 Операции по п.п. 8.11.2 – 8.11.4 произвести для каждого ПЭП для дефектоскопии из комплекта дефектоскопа.

## 8.12 Определение ширины диаграммы направленности ПЭП и отклонения акустической оси ПЭП от нормали

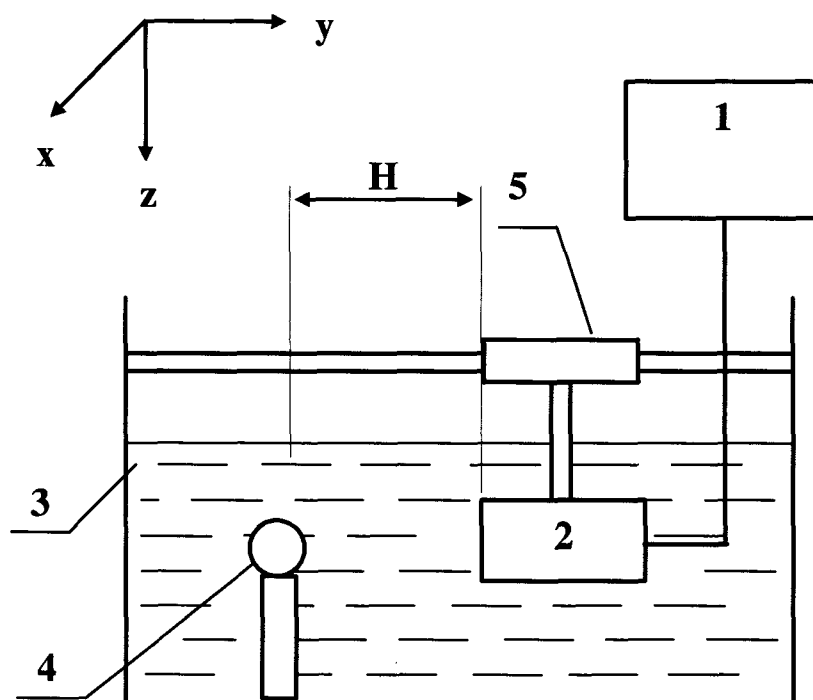
8.12.1 Определить комплексом ширину диаграммы направленности ПЭП и отклонения акустической оси ПЭП от нормали для каждого ПЭП для дефектоскопии из комплекта дефектоскопа в соответствии с п. 8.12.2.

8.12.2 Порядок проведения измерений:

1) собрать схему, изображённую на рисунке 12, выставить расстояние между ПЭП и отражателем в соответствии с таблицей 30:

Таблица 30

Тип ПЭП	П211-1,8-К12	П211-2,5-К12	П211-5-К6	П211-5-К12	П211-10-К6	П211-10-К10	П211-15-К6
Н, мм	60	90	45	150	90	200	150



1 – комплекс, 2 – ПЭП, 3 – иммерсионная ванна, 4 – сферический отражатель, 5 – координатное устройство.

Рисунок 12 - Определение ширины диаграммы направленности ПЭП и отклонения акустической оси ПЭП от нормали

2) выбрать пункт **Диаграмма направленности X**, нажать кнопку **Запустить**, установить параметры комплекса в соответствии с таблицей 31.

Таблица 31

Пункт меню	Параметр	Тип ПЭП	Значение
ГЗИ	Напряжение зондирующего импульса	для всех типов	170 В
	Ширина зондирующего импульса	для всех типов	50 – 100 нс
Приемник	Фильтр	П211-1,8-К12	0,6 – 2
		П211-2,5-К12	1,3 – 3,8
		П211-5-К6	2,5 – 7,5
		П211-5-К12	
		П211-10-К6	7 – 20
		П211-10-К10	
П211-15-К6			

Продолжение таблицы 31

Развёртка	Начало	П211-1,8-К12	60 мкс
	Диапазон		50 мкс
	Начало	П211-2,5-К12	100 мкс
	Диапазон		50 мкс
	Начало	П211-5-К6	30 мкс
	Диапазон		50 мкс
	Начало	П211-5-К12	180 мкс
	Диапазон		50 мкс
	Начало	П211-10-К6	100 мкс
	Диапазон		50 мкс
	Начало	П211-10-К10	230 мкс
	Диапазон		50 мкс
	Начало	П211-15-К6	180 мкс
	Диапазон		50 мкс

3) установить ПЭП таким образом, чтобы ось преобразователя совпадала с осью сферического отражателя, обнулить координату поперечного перемещения, нажатием кнопки «Z» см. рисунок 13;

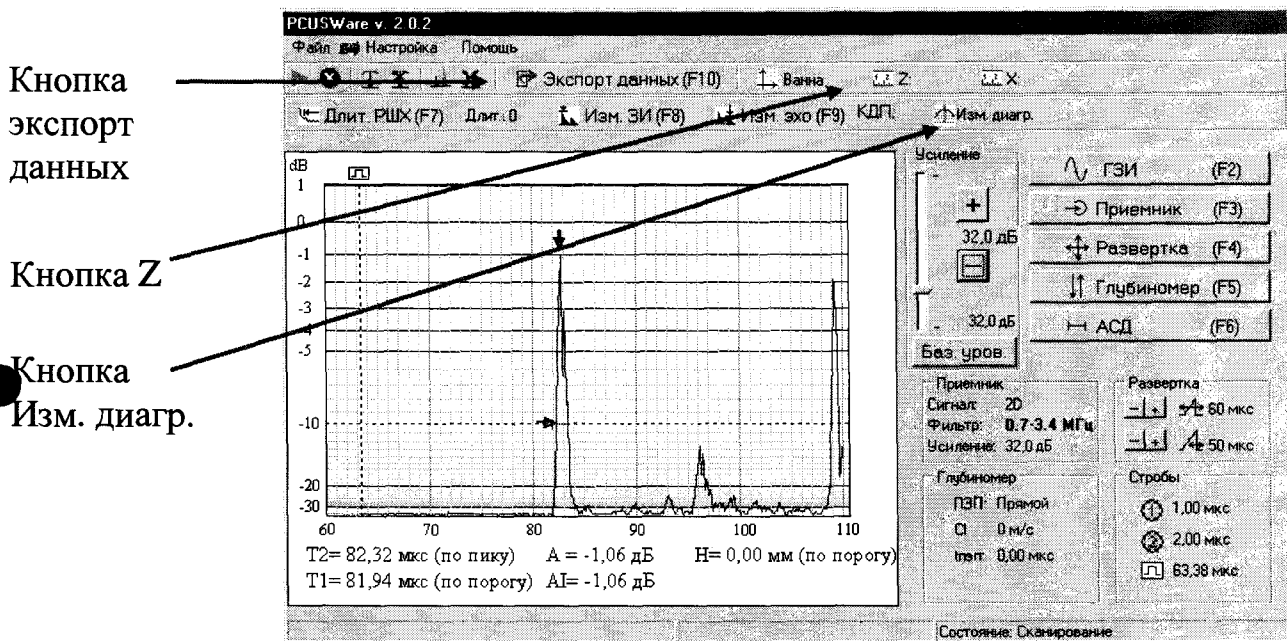


Рисунок 13 – Вид окна при измерении диаграммы направленности

4) Нажать кнопку «Изм. диагр.», откроется соответствующее окно см. рисунок 14;



Рисунок 14 – Вид окна «Диаграмма направленности»

5) Вращая винт поперечного перемещения, нарисовать в открывшемся окне диаграмму. Если амплитуда сигнала зашкаливает, то нужно уменьшить усиление комплекса, до значений при котором сигнал не превышает 0 дБ, нажать кнопку «Очистить», повторно произвести измерение;

6) для проведения расчетов нажать кнопку «Экспорт данных»;

7) задать расстояние до отражателя в соответствии с таблицей 30, нажать кнопку «Вычислить»;

8) на экране появятся значения следующих параметров ПЭП:

- отклонение оси от нормали;
- ширина диаграммы направленности на уровне минус 6 дБ.

Измеренные значения отклонения оси от нормали и ширины диаграммы направленности на уровне минус 6 дБ занести в протокол.

8.12.3 Значения отклонения оси от нормали и ширины диаграммы направленности на уровне минус 6 дБ должны соответствовать требованиям, приведенным в приложении Б.

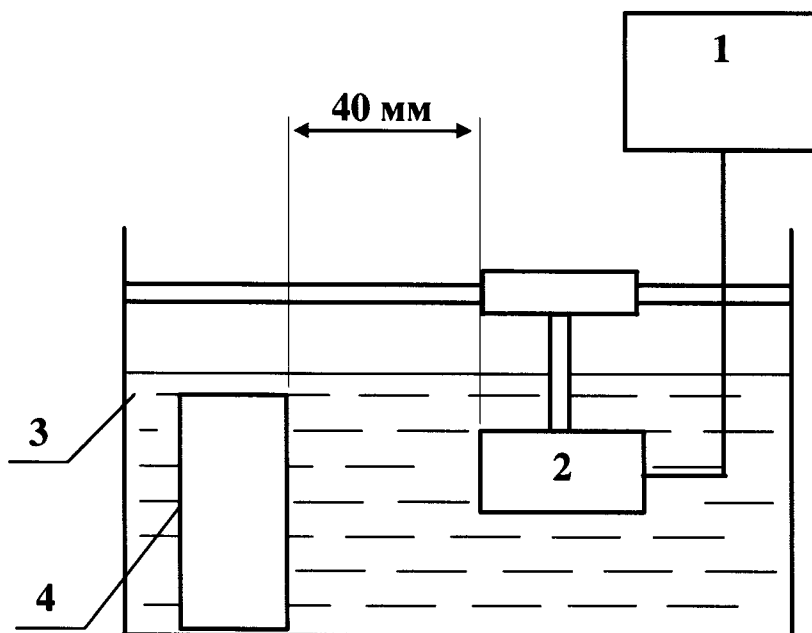
8.12.4 Если требование п. 8.12.3 не выполняется, ПЭП признают непригодным к применению.

8.12.5 Операции по п. 8.12.1 – 8.12.3 выполнить для всех ПЭП для дефектоскопии из комплекта дефектоскопа.

**8.13 Определение запаса чувствительности**

8.13.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 15 с ПЭП для дефектоскопии из комплекта дефектоскопа

8.13.2 Установить параметры дефектоскопа в соответствии с таблицей 32. Выполнить юстировку ПЭП.



1 – дефектоскоп, 2 – ПЭП, 3 – иммерсионная ванна, 4 – образец из комплекта КСО-2.

Рисунок 15 – Определение запаса чувствительности

Таблица 32 – Параметры дефектоскопа

Пункт меню	Параметр	Значение параметра
Экран	Начало	50 мкс
	Конец	100 мкс
	Фильтр	В зависимости от ПЭП
	Отсчётов/мм	20
Глубиномер	Задержка ПЭП, мкс	0 мкс
Опции индикации	Ось X размечена в	мкс
	Результат	мкс
Настройки	Напряжение зондирующего, В	320
	Длительность зондирующего, нс	20-100 (выбирается по максимуму амплитуды начального эхосигнала)
	Выпрямление	Выпрямленный
	Частота АЦП	100 МГц
ВРЧ	Вкл./Выкл.	Выключена

8.13.3 Установить усиление приемника дефектоскопа, при котором уровень шумов будет достигать 25 % шкалы экрана. Зафиксировать значение реальной чувствительности  $N_{реал}$ , дБ, равное текущему значению усиления.

8.13.4 Получить максимальный сигнал от отверстия  $\varnothing 1,6$  мм или  $\varnothing 3,2$  мм (выбирается в зависимости от типа ПЭП из таблицы Б.1 приложения Б), расположенного на глубине 50 мм. Усилением дефектоскопа установить амплитуду сигнала от отверстия на уровень 50 %. Зафиксировать значение рабочей чувствительности  $N_{раб}$ , дБ, равное текущему значению усиления.

8.13.5 Вычислить и занести в протокол запас чувствительности  $\Delta M$ , дБ, по формуле 7:

$$\Delta M = N_{реал} - N_{раб} \quad (7)$$

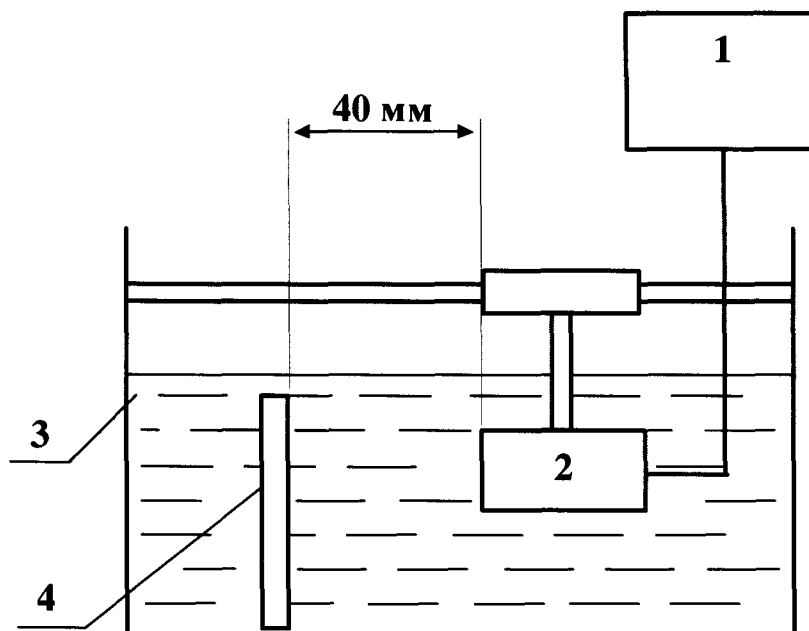
8.13.6 Запас чувствительности должен соответствовать требованиям приложения Б.

8.13.7 Если требование п. 8.13.6 не выполняется, ПЭП признают непригодным к применению.

8.13.8 Операции по п. 8.13.1 – 8.13.7 выполнить для всех ПЭП для дефектоскопии из комплекта дефектоскопа.

#### 8.14 Определение погрешности измерения толщины резонансным методом.

8.14.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 16.



1 – дефектоскоп, 2 – ПЭП, 3 – иммерсионная ванна, 4 – мера толщины.

Рисунок 16 – Измерение толщины

8.14.2 Установить параметры дефектоскопа в соответствии с таблицей 33.

Таблица 33 – Параметры дефектоскопа

Пункт меню	Параметр	Значение параметра
Опции индикации	Ось X размечена в	мкс
	Результат	мкс
Анализатор строба	Тип анализатора дефекта строба1	Строб с фиксированным началом и концом
Настройки	Напряжение З. И.	100 В
	Длительность З. И.	20-100 нс (выбирается по максимуму амплитуды начального эхосигнала)
	Тип данных	ВЧ
	Частота АЦП	100 МГц
Экран	Начало	50 мкс
	Конец	62 мкс
	Отсчётов/мм	40
	Фильтр	в зависимости от ПЭП
	Скорость	скорость звука комплекта
	Совмещённый датчик	да
Дополнительно, Показать лупу и спектр	Начало	в зависимости от ПЭП
	Конец	в зависимости от ПЭП
	Точек	200
	Спектр	Да
	Автопоиск	Да
ВРЧ	Вкл./Выкл.	Выключена

8.14.3 Подключить преобразователь П211-2,5-К12Т к дефектоскопу, ПЭП вставить в узел крепления иммерсионной ванны.

8.14.4 Вставить меру номинальной толщиной 0,9 мм из комплекта образцовых ультразвуковых мер толщины КМТ176М-1 (далее для п. 8.14 - комплект) в иммерсионную ванну. Получить сигнал от поверхности меры толщины, юстировкой ПЭП добиться максимальной амплитуды поверхностного сигнала и максимальной длительности переотражений в мере толщины. Усилением дефектоскопа установить амплитуду сигнала на уровень 80 % по шкале экрана.

8.14.5 Строб АСД1 выставить так, чтобы он захватывал последовательность колебаний с установившейся частотой (смотри рисунок 17).

Последовательность  
колебаний

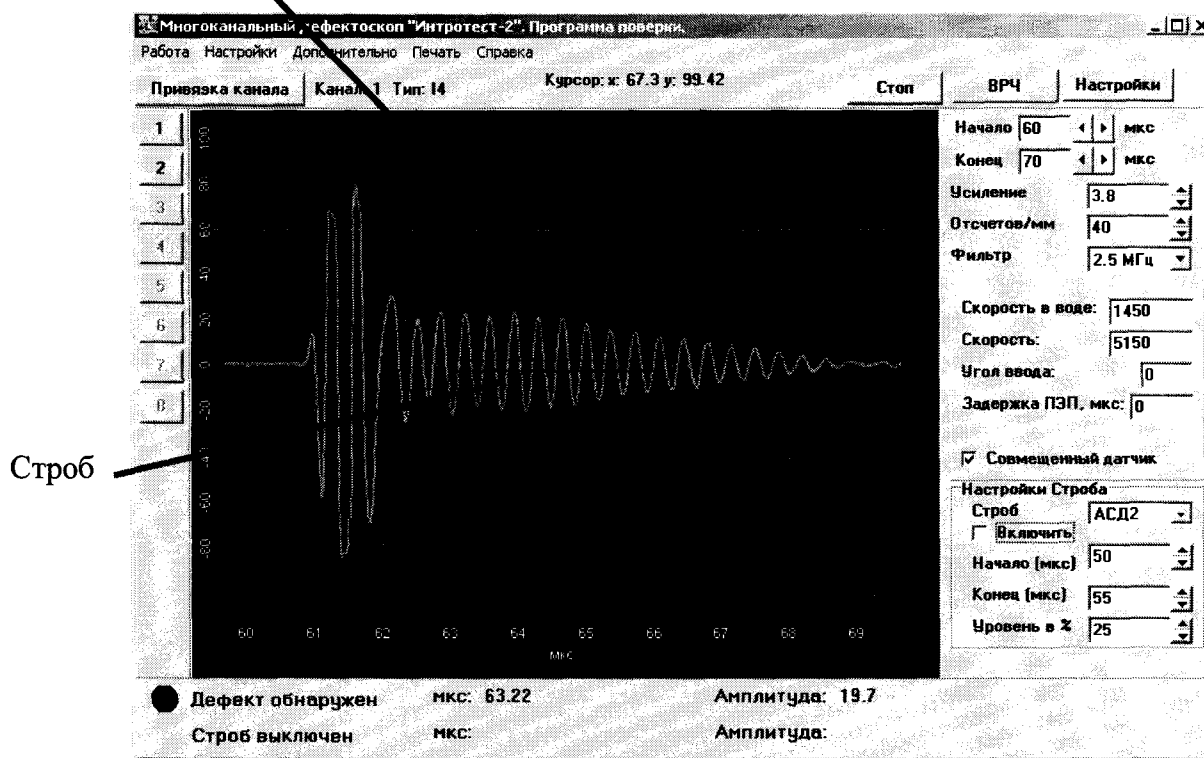


Рисунок 17 – Калибровка на мере толщиной 0,9 мм

8.14.6 В окне «Спектр» (смотри рисунок 18) установить значения «Начало» равным максимуму спектра сигнала минус 2 МГц и «Конец» равным максимуму спектра сигнала плюс 2 МГц. Установить в поле «Скорость» значение скорости звука, для которой указаны эквивалентные ультразвуковые толщины комплекта. В поле «Эквивалентная толщина» ввести значение эквивалентной ультразвуковой толщины меры.

8.14.7 В окне «Спектр» (смотри рисунок 18) нажать верхнюю кнопку «Откалибровать».

8.14.8 Выполнить п 8.14.4 для меры из комплекта номинальной толщиной 0,8 мм.

8.14.9 Зафиксировать пять значений параметра «Толщина по 1 маркеру», вычислить среднее и занести в протокол как измеренное значение толщины  $L_{и}$ .

8.14.10 Выполнить п 8.14.4 для меры из комплекта номинальной толщиной 1,0 мм.

8.14.11 Зафиксировать пять значений параметра «Толщина по 1 маркеру», вычислить среднее и занести в протокол как измеренное значение толщины  $L_{и}$ .



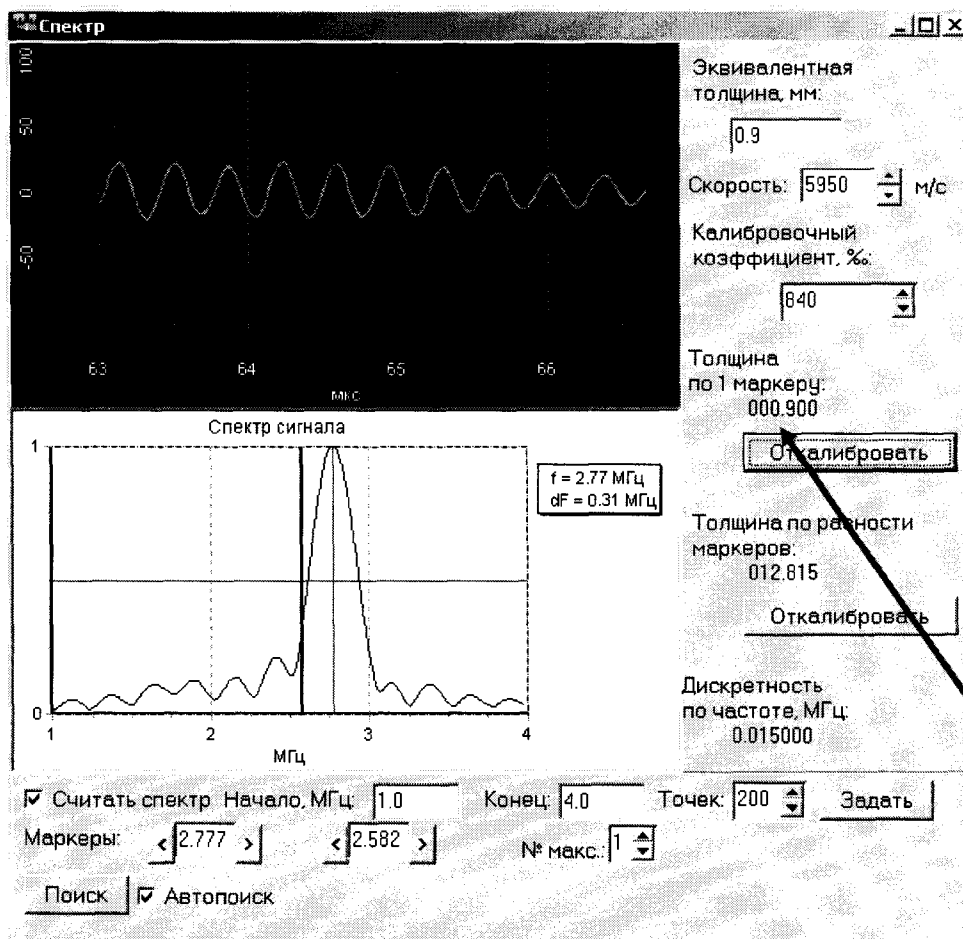


Рисунок 18 – Окно «Спектр» (все значения толщин указаны в миллиметрах)

8.14.12 Произвести измерения по п. 8.14.3 – 8.14.11 для других ПЭП для толщинометрии в соответствии с таблицей 34.

Таблица 34

Измеряемая мера толщины, мм	Мера толщины для калибровки, мм	Тип ПЭП	Предел допускаемой погрешности измерения толщины резонансным методом, мм
0,3	0,2	П211-15-К6Т	±0,0035
0,4	0,3	П211-10-К10Т	±0,004
0,5	0,6	П211-5-К12Т	±0,0045
0,7			±0,0055
0,8	0,9	П211-2,5-К12Т	±0,006
1,0			±0,007

8.14.13 Вычислить и занести в протокол погрешность измерений толщины  $\Delta L$ , мм, по формуле

$$\Delta L = L_m - L_u \quad (8)$$

где  $L_m$  – значение эквивалентной ультразвуковой толщины меры, мм,  $L_u$  – измеренное значение толщины, мм.

8.14.14 Погрешность измерения толщины резонансным методом не

должна превышать значений указанных в таблице 34.

8.14.15 Если требование п. 8.14.14 не выполняется, ПЭП признают непригодным к применению.

### 8.15 Определение погрешности измерения толщины эхо-методом (по двум донным сигналам)

8.15.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 16. Установить расстояние от меры до ПЭП не менее от 55 до 60 мм.

8.15.2 Установить параметры дефектоскопа в соответствии с таблицей 35.

8.15.3 Подключить преобразователь П211-15-К6Т к дефектоскопу, ПЭП вставить в узел крепления ПЭП иммерсионной ванны. Вставить меру номинальной толщиной 3 мм из комплекта образцовых ультразвуковых мер толщины КМТ176М-1 (далее для п. 8.15 - комплект) в иммерсионную ванну.

8.15.4 Получить сигнал от поверхности меры толщины, юстировкой ПЭП добиться максимальной амплитуды поверхностного сигнала. На экране дефектоскопа должны наблюдаться поверхностный, первый и второй донные сигналы. Усилением дефектоскопа установить амплитуду первого донного сигнала на уровень 80 % по шкале экрана. Строб АСД1 выставить так, чтобы он захватывал первый донный сигнал (см. рисунок 19). Настроить ВРЧ таким образом, чтобы амплитуда второго донного сигнала достигала уровня 80 % по шкале экрана. Строб АСД2 выставить так, чтобы он захватывал второй донный сигнал (см. рисунок 19).

Таблица 35 – Параметры дефектоскопа

Пункт меню	Параметр	Значение параметра
Опции индикации	Ось X размечена в	мкс
	Результат	мкс
Анализатора строба	Тип анализатора строба1	Строб с фиксированным началом и концом
	Тип анализатора строба2	Строб с фиксированным началом и концом
Настройки	Напряжение З. И.	100 В
	Длительность З. И.	20 нс
	Тип данных	Выпрямленный
	Частота АЦП	100 МГц

Продолжение таблицы 35

Экран	Начало	55 мкс
	Конец	65 мкс
	Отсчётов/мм	40
	Фильтр	в зависимости от ПЭП
	Скорость	скорость звука комплекта
	Совмещённый датчик	Да
Настройка Строба АСД1	Начало	в зависимости от меры
	Конец	в зависимости от меры
	Уровень	40 %
Настройка Строба АСД2	Начало	в зависимости от меры
	Конец	в зависимости от меры
	Уровень	40 %
ВРЧ	Вкл./Выкл.	Выключена

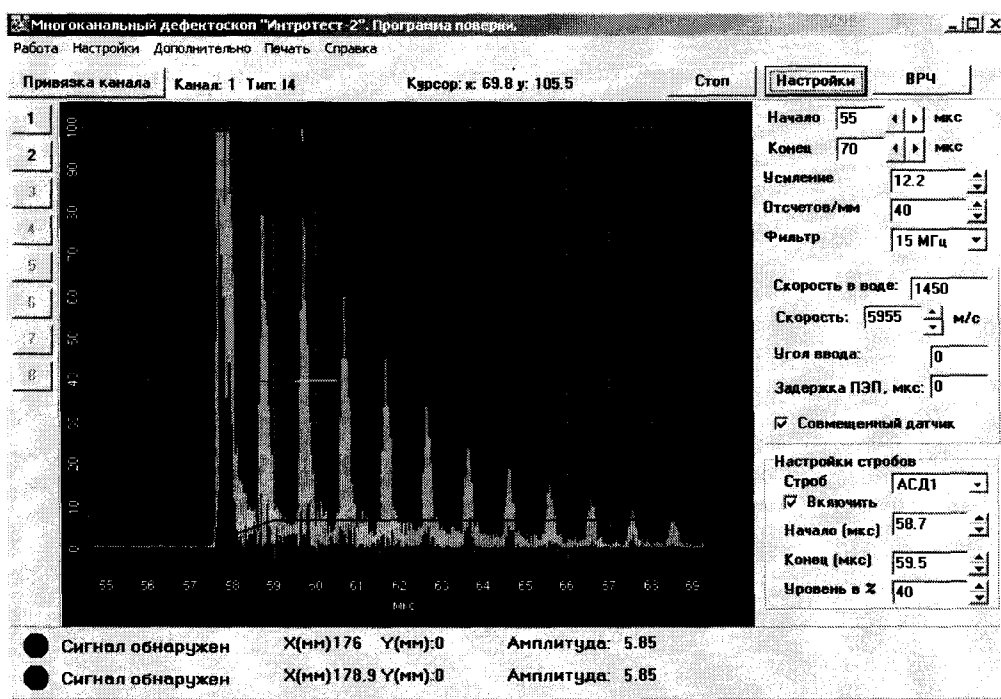


Рисунок 19 – Положение стробов

8.15.5 В меню «Дополнительно» выбрать «Показать толщину металла», откроется окно «Толщина», см. рисунок 20.

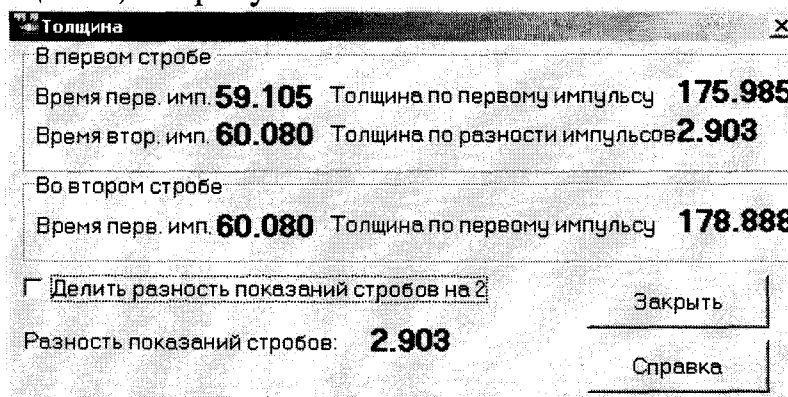


Рисунок 20 – Окно «Толщина» (все значения толщин указаны в миллиметрах)

8.15.6 Зафиксировать пять значений параметра «Разность показаний стробов», вычислить среднее и занести в протокол как измеренное значение толщины (толщина по разности импульсов)  $L_{и}$ .

8.15.7 Повторить п. 8.15.4 – 8.15.6 для мер номинальной толщиной 1 мм и 5 мм комплекта.

8.15.8 Произвести измерения по п. 8.15.4 – 8.15.6 для других ПЭП для толщинометрии в соответствии с таблицей 36.

Таблица 36

Номинальная толщина меры, мм	Тип ПЭП	Длительность развертки, мкс	Предел допускаемой погрешности измерения толщины эхо-методом, мм
1	П211-15-К6Т	10	±0,062
3			
5	П211-15-К6Т, П211-5-К12Т	100	±0,076
50	П211-5-К12Т		
100			

8.15.9 Вычислить и занести в протокол погрешность измерений толщины и глубин залегания дефектов  $\Delta L$ , мм, по формуле

$$\Delta L = L_m - L_{и} \quad (8)$$

где  $L_m$  – эквивалентная ультразвуковая толщина меры, мм,  $L_{и}$  – измеренное значение толщины, мм.

8.15.10 Погрешность измерения толщины эхо-методом не должна превышать значений, указанных в таблице 36.

8.15.11 Если требование п. 8.15.10 не выполняется, ПЭП признают непригодным к применению.

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки заносятся в протокол, форма которого приведена в приложении А.

9.2 Результаты поверки по п. 8.12, 8.13 прикладываются к протоколу поверки в виде паспорта ПЭП, который формируется программой USStudio.

9.3 При положительных результатах поверки оформляют Свидетельство о поверке по форме Приложения 1 ПР 50.2.006-94.

9.4 При отрицательных результатах поверки, не удовлетворяющих требованиям настоящей методики, дефектоскоп признают негодным к применению с оформлением извещения о непригодности СИ по форме Приложения 2 ПР 50.2.006-94.

Начальник отдела УЗК АО «НПО «ИНТРОТЕСТ»  Р.Р. Динисламов

Приложение А  
(рекомендуемое)

Наименование поверяющей организации

**ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ**

Дефектоскоп ультразвуковой многоканальный "Интротест-2.\_\_\_\_" заводской № \_\_\_\_\_, принадлежащий организации \_\_\_\_\_

Методика поверки – МП 05-011-2014 " Дефектоскоп ультразвуковой многоканальный "Интротест-2.Х. Методика поверки".

Условия проведения поверки \_\_\_\_\_

Средства поверки \_\_\_\_\_

**Результаты поверки**

Наименование операции	Наименование метрологической характеристики / Значение метрологической характеристики		Вывод
Внешний осмотр	Комплектность		
	Механические повреждения		
	Наличие маркировки		
Опробование	Настройка параметров дефектоскопа		
	Допустимое значение параметров дефектоскопа	По таблице 3	
	Номер версии программного обеспечения		
	Контрольные суммы метрологически значимой части ПО		

Определение максимальной амплитуды зондирующего импульса Канал № \_\_\_\_\_

Действительное значение	Допустимое значение	Вывод
$U_{ГЗИ}, В$	$U_{ГЗИ}, В$	
	не менее 300	

Определение граничных частот полосы пропускания приемника Канал № \_\_\_\_\_

Действительное значение		Допустимое значение		Вывод
$f_{Н}, МГц$	$f_{В}, МГц$	$f_{Н доп}, МГц$	$f_{В доп}, МГц$	
		0,6	20	

Определение граничных частот полосы пропускания приемника в диапазонах частот  
Канал № \_\_

Действительное значение		Допустимое значение		Вывод
$f_n$ , МГц	$f_v$ , МГц	$f_{n \text{ доп}}$ , МГц	$f_{v \text{ доп}}$ , МГц	
		0,6	2	
		1,3	3,8	
		2,5	7,5	
		7	20	

Определение максимальной чувствительности приемника дефектоскопа Канал № \_\_

		Действительное значение	Допустимое значение	Вывод
$U_0$ , В	$K_1$ , дБ	$U_1$ , мкВ	$U_{1 \text{ доп}}$ , мкВ	
			60	

Определение максимальной чувствительности приемника дефектоскопа в диапазонах частот Канал № \_\_

			Действительное значение	Допустимое значение	Вывод
Диапазон частот	$U_0$ , В	$K_1$ , дБ	$U_1$ , мкВ	$U_{1 \text{ доп}}$ , мкВ	
0,6 - 2				60	
1,3 - 3,8				80	
2,5 - 7,5				100	
7 - 20				150	

Определение погрешности измерения отношения амплитуд сигналов на входе приемника Канал № \_\_

		Действительное значение	Допустимое значение	Вывод
$K_i$ , дБ	$K_{\text{атт}}$ , дБ	$\Delta K$ , дБ	$\Delta K_{\text{доп}}$ , дБ	
2			±1	
4				
6				
8				
10				
12				
14				
16				
18				
20				
30				
40				
50				
60				
70				

Определение динамического диапазона ВРЧ Канал № \_\_\_\_\_

		Действительное значение	Допустимое значение	Вывод
$K_K$ , дБ	$K_H$ , дБ	$\Delta K_{ВРЧ}$ , дБ	$\Delta K_{ВРЧ доп}$ , дБ	
			$60 \pm 1$	

Определение погрешности настройки порогового индикатора Канал № \_\_\_\_\_

			Действительное значение	Допустимое значение	Вывод
	$K_1$ , дБ	$K_2$ , дБ	$\Delta K$ , дБ	$\Delta K_{доп}$ , дБ	
АСД1				$\leq 0,5$	
АСД2				$\leq 0,5$	

Проверка амплитудной характеристики приемного тракта Канал № \_\_\_\_\_

	Действительное значение	Допустимое значение	Вывод
$K_{атт}$ , дБ	$A_c$ , %	$A_{с доп}$ , %	
1		88 – 92	
2		Уровень настройки	
4		62 – 66	
6		48 – 52	
8		38 – 42	
12		23 – 27	
14		18 – 22	
20		8 – 12	
26		3 – 7	



Проверка погрешности измерения задержки сигналов Канал № \_\_\_\_\_

			Действительное значение	Допустимое значение	Вывод
$T_{раз}, мкс$	$T_i, мкс$	$t_i, мкс$	$\Delta t_i, мкс$		
12				±0,021	
800				±0,14	
1600				±0,28	

Определение погрешности измерения толщины резонансным методом

П211-2,5-К12Т

		Действительное значение	Допустимое значение	Вывод
$L_{и}, мм$	$L_{м}, мм$	$\Delta L, мм$	$\Delta L_{доп}, мм$	
			±0,006	
			±0,007	

П211-5-К12Т

		Действительное значение	Допустимое значение	Вывод
$L_{и}, \text{ мм}$	$L_{м}, \text{ мм}$	$\Delta L, \text{ мм}$	$\Delta L_{\text{доп}}, \text{ мм}$	
			$\pm 0,0045$	
			$\pm 0,0055$	

## П211-10-К6Т

		Действительное значение	Допустимое значение	Вывод
$L_{и}, \text{ мм}$	$L_{м}, \text{ мм}$	$\Delta L, \text{ мм}$	$\Delta L_{\text{доп}}, \text{ мм}$	
			$\pm 0,004$	

## П211-15-К6Т

		Действительное значение	Допустимое значение	Вывод
$L_{и}, \text{ мм}$	$L_{м}, \text{ мм}$	$\Delta L, \text{ мм}$	$\Delta L_{\text{доп}}, \text{ мм}$	
			$\pm 0,0035$	

Определение погрешности измерения толщины по двум донным  
П211-15-К6Т

		Действительное значение	Допустимое значение	Вывод
$L_{и}, \text{ мм}$	$L_{м}, \text{ мм}$	$\Delta L, \text{ мм}$	$\Delta L_{\text{доп}}, \text{ мм}$	
			$\pm 0,062$	

## П211-5-К12Т

		Действительное значение	Допустимое значение	Вывод
$L_{и}, \text{ мм}$	$L_{м}, \text{ мм}$	$\Delta L, \text{ мм}$	$\Delta L_{\text{доп}}, \text{ мм}$	
			$\pm 0,076$	



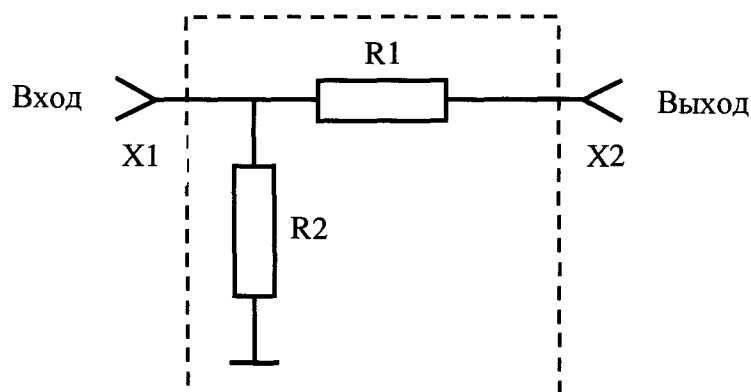
**Технические характеристики ПЭП**

Таблица Б.1

Наименование параметра		Обозначение ПЭП						
		П211-1,8-К12	П211-2,5-К12	П211-5,0-К6	П211-5,0-К12	П211-10-К6	П211-10-К10	П211-15-К6
1 Диапазон зоны контроля по дальности	Ø 1,2 мм на глубинах Н, мм	-	10 – 180	5 – 130	10 – 180	2 – 180	2 – 180	2 – 180
	Ø 2 мм на глубинах Н, мм	10 – 180	-	-	-	-	-	-
2 Запас чувствительности	Ø 1,6 мм на глубине 50 мм, дБ, не менее	-	10	25	30	25	30	30
	Ø 3,2 мм на глубине 50 мм, дБ, не менее	10	-	-	-	-	-	-
3 Отклонения оси от нормали по осям Х и Y, не более		±3°	±3°	±3°	±3°	±3°	±3°	±3°
4 Ширина диаграммы направленности по осям Х и Y, не более		12°	10°	8°	8°	8°	8°	8°
5 Длительность эхоимпульса на уровне минус 6 дБ, мкс, не более		2,2	1,6	1	1	0,7	0,7	0,6
6 Эффективная частота, МГц		1,8	2,5	5,0	5,0	10,0	10,0	15,0
7 Отклонение эффективной частоты, %		± 10	± 10	± 10	± 10	± 10	± 10	± 10
8 Ширина спектра, МГц, не менее		0,3	0,5	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0

Приложение В  
(справочное)

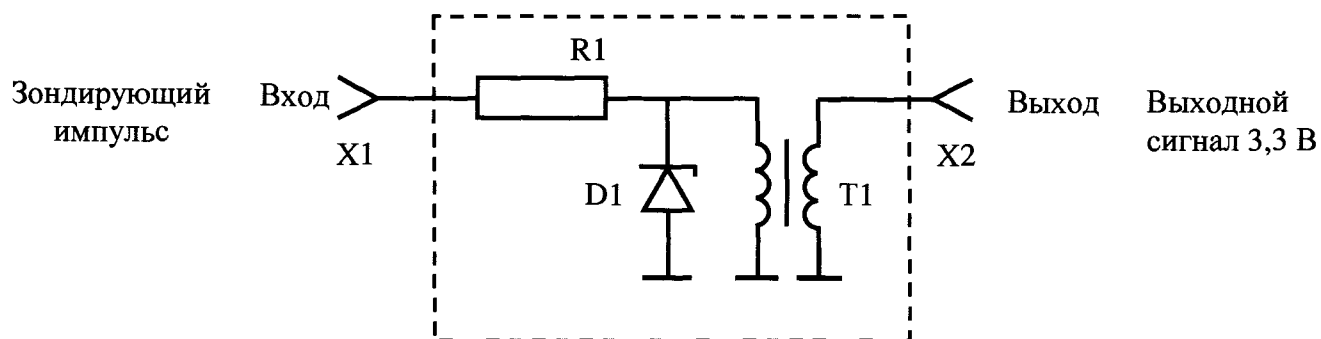
Электрическая схема согласующей нагрузки



Перечень элементов согласующей нагрузки

Обозначение	Наименование
R1	Резистор С2-29-0,5М – 43,4 Ом ± 1%
R2	Резистор С2-29-0,5М – 86,6 Ом ± 1%
X1	Розетка СР-50-73ФВ
X2	Вилка СР-50-74ФВ

Электрическая схема формирователя синхронизирующего сигнала



Перечень элементов формирователя синхронизирующего сигнала

Обозначение	Наименование
R1	Резистор С2-29-0,5М – 1 кОм, 500 В
D1	Стабилитрон
T1	Трансформатор: сердечник - ферритовое кольцо, количество витков в 1 и 2 обмотке - 10.
X1	Розетка СР-50-73ФВ
X2	Вилка СР-50-74ФВ