

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора  
ФБУ «Тест-С.-Петербург»

Р. В. Павлов

09 2025 г.



«ГСИ. Дефектоскопы ультразвуковые многоканальные УЗМС-А. Методика поверки»  
МП 433-218-2025

Разработчик:  
Инженер по метрологии 2 категории  
отдела № 433  
ФБУ «Тест-С.-Петербург»

Ю. Н. Сафонов

«15» 09 2025 г.

г. Санкт-Петербург  
2025 г.

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок дефектоскопов ультразвуковых многоканальных УЗМС-А (далее по тексту – дефектоскопов).

1.2 Приборы применяются в качестве рабочего средства измерений и предназначены для измерений глубин залегания дефектов, обнаруживаемых в толще материала, измерений значений временных интервалов и ослабления амплитуд импульсных электрических сигналов, получаемых с ультразвуковых пьезоэлектрических преобразователей (далее по тексту – ПЭП) и формирования зондирующих электрических импульсов при проведении ультразвукового неразрушающего контроля в составе механизированных и автоматизированных систем контроля.

1.3 По итогам проведения поверки должна быть обеспечена прослеживаемость СИ к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022, к государственному первичному эталону единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц ГЭТ 193-2011, к государственному первичному эталону единицы импульсного электрического напряжения с длительностью импульса от  $4 \cdot 10^{-11}$  до  $1 \cdot 10^{-5}$  с ГЭТ 182-2010 а также к государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021 в соответствии с локальной поверочной схемой для дефектоскопов, толщинометров, комплексов, приборов ультразвуковых (Приложение А).

1.4 Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки – прямое измерение.

1.5 Дефектоскопы подвергаются поверке с преобразователями, входящими в комплект.

1.6 Допускается возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов.

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке и после ремонта	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	-	-	10
Определение абсолютной погрешности измерения временных интервалов	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности установки усиления приемника	Да	Да	10.2

## Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Определение абсолютной погрешности воспроизведения размаха зондирующих импульсов	Да	Да	10.3
Определение абсолютной погрешности воспроизведения частот заполнения зондирующих импульсов	Да	Да	10.4
Определение абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефектов дефектоскопа в комплекте с ПЭП	Да	Да	10.5
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11
Оформление результатов поверки	Да	Да	12

2.2 При получении отрицательных результатов измерений по любому пункту таблицы 1 дефектоскоп дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

### 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С  $23 \pm 2$ ;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 86 до 106

### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, аттестованные на право проведения поверки данного вида средств измерений, ознакомленные с устройством и принципом работы поверяемого средства измерений и средств поверки по эксплуатационной документации.

### 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
Раздел 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 21 °С до плюс 25 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности <math>\pm 1</math> °С.</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности <math>\pm 2</math> %.</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности <math>\pm 0,5</math> кПа.</p> <p>Средства измерений длины с высотой меры <math>H =</math> от 1 до 180 мм, с пределами допускаемой абсолютной погрешности <math>\pm (0,1-0,4)</math> мм;</p> <p>средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС скоростей распространения и коэффициента затухания ультразвуковых волн в твердых средах, утвержденная приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 № 2842</p>	<p>Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13.</p> <p>Меры КМД-4У из комплекта мер для дефектоскопии А3-НК, рег. № 79145-20</p>
Раздел 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	<p>Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 5 разряда по ГПС для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 № 2360.</p> <p>Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по ГПС для средств измерений ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 20 Гц до 178,4 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3383.</p> <p>Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по ГПС для средств измерений импульсного электрического напряжения, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3463.</p> <p>Генератор сигналов синусоидальной формы в диапазоне частот от 10 до 1000 кГц с погрешностью установки не более <math>\pm 2 \cdot 10^{-3}</math> %, амплитудой выходного сигнала от 10 мВ до 10 В (<math>U_{p-p}</math>) с погрешностью установки не более <math>\pm 1</math> %, неравномерностью АЧХ (в диапазоне до 5 МГц) не более <math>\pm 0,3</math> дБ обеспечивающие пакетный режим работы с числом периодов не менее 10 и периодом повторения не менее 1 с</p>	<p>Частотомеры универсальные CNT-90, рег. № 41567-09.</p> <p>Аттенюаторы ступенчатые R&amp;S RSC, рег. № 48368-11.</p> <p>Осциллографы цифровые DSO 6012A, рег. № 30681-06.</p> <p>Генераторы сигналов произвольной формы 33220A, рег. № 32993-09</p>

## Продолжение таблицы 2

1	2	3
Раздел 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	<p>Средства измерений длины с высотой меры <math>Y = 59,0</math> мм, с пределом допускаемой абсолютной погрешности минус 0,3 мм, глубинами расположения дефектов <math>H =</math> от 3 до 44 мм, с пределами допускаемой абсолютной погрешности <math>\pm 0,3</math> мм; средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС скоростей распространения и коэффициента затухания ультразвуковых волн в твердых средах, утвержденная приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 № 2842.</p> <p>Средства измерений длины с высотой меры <math>H =</math> от 1 до 180 мм, с пределами допускаемой абсолютной погрешности <math>\pm (0,1-0,4)</math> мм; средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС скоростей распространения и коэффициента затухания ультразвуковых волн в твердых средах, утвержденная приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 № 2842</p>	Контрольный образец № 2 из комплекта контрольных образцов и вспомогательных устройств КОУ-2 рег. № 6612-99

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 2.

5.3 Применяемые средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке.

## 6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены правила техники безопасности согласно «Правилам устройства электроустановок», утвержденным Минэнерго России, «Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭ), а также «Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденными Госэнергонадзором России.

## 7 Внешний осмотр средства измерений

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

- наличие маркировки и пломбы на корпусе дефектоскопа;
- наличие маркировки преобразователей, входящих в комплект;
- соответствие комплектности дефектоскопа требованиям паспорта и описанию типа;
- отсутствие явных механических повреждений корпуса, соединительных кабелей и разъемов;
  - чистота контактов разъемов;
  - отсутствие отсоединившихся или слабо закрепленных элементов внутри дефектоскопа (определить на слух при наклонах дефектоскопа при наличии возможности).

7.2 В случае несоответствия прибора хотя бы одному из требований, приведенных в п. 7.1, выполняются мероприятия по устранению установленных недостатков.

## 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

### 8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением операций поверки необходимо:

- перед включением выдержать дефектоскопа в условиях, указанных в разделе 3 настоящей методики, не менее 4 ч;
- подготовить средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- выполнить контроль условий поверки.

### 8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании необходимо выполнить следующие операции:

- заземлить средства поверки;
- подключить дефектоскопа к лабораторному источнику питания постоянного тока напряжением от 12 до 19 В;
- включить электронный блок;
- произвести проверку стабильности акустического тракта в течение 10 мин по следующей методике:
  - подключить ПЭП типа П111-2,5 к выходу модуля канала ручного контроля;
  - произвести калибровку параметров ПЭП согласно п. 2.2.2 РЭ, используя настроенный образец, входящий в комплект дефектоскопа;
  - в главном окне программы «DiaTuner» выбрать настройку канала 1. Установить следующие значения параметров настройки:
    - Частота ГЗИ: 2,5 МГц;
    - Излучение: Да;
    - Прием: Да;
    - Амплитуда ЗИ: 100 В;
    - Кол. периодов ЗИ: 2;
    - Развертка: 20 мкс;
    - Скорость УЗ: значение из протокола поверки комплекта КМД-4У.
  - включить функцию редактирования параметров строба канала 1, нажав на иконку  в меню основных функций. Установить следующие значения параметров строба:
    - Начало: 5 мкс;
    - Конец: 22 мкс;
    - Уровень: 40 дБ.
  - смазать рабочую плоскость меры МД4-0-Х-13 минеральным маслом или акустическим гелем и установить преобразователь соосно искусственному дефекту в мере (рисунок 1).

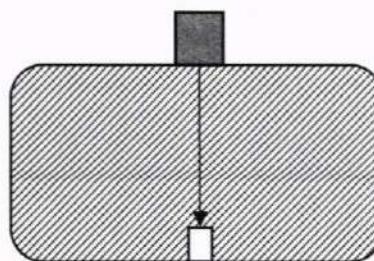


Рисунок 1 – Измерение глубины залегания дефекта в мере из набора КМД-4У

- закрепить ПЭП в положении максимума сигнала от искусственного дефекта с помощью струбцинного зажима.
- установить значение усиления канала таким образом, чтобы уровень сигнала превышал уровень строба, но не выходил за пределы развертки (рисунок 2).

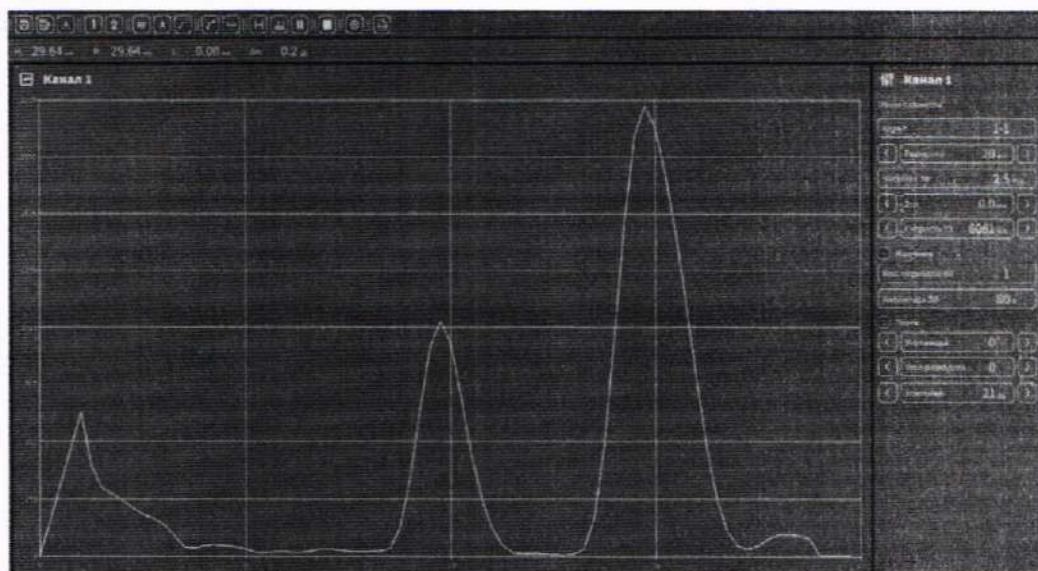


Рисунок 2 – Вид дисплея при измерении глубины залегания дефекта в мере из набора КМД-4У

- зафиксировать значение  $\Delta A$  в дБ, индицируемое над зоной развертки;
- акустический тракт следует считать стабильным, если значение  $\Delta A$  в течение времени проведения испытания изменяется не более чем  $\pm 0,5$  дБ.

8.2.2 Результат опробования считается положительным, если дефектоскоп включается корректным способом, получено отражение от искусственного дефекта и акустический тракт стабилен в течение 10 мин.

## 9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Для определения идентификационных данных ПО следует нажать кнопку  в основном окне программы «DiaTuner» и считать наименование и номер версии ПО.

9.2 Результаты проверки ПО считаются положительными, если его идентификационные данные соответствуют указанным в описании типа дефектоскопов.

## 10 Определение метрологических характеристик средства измерений

### 10.1 Определение абсолютной погрешности измерений временных интервалов

10.1.1 Собрать схему согласно рисунку Б.1 (приложение Б). Произвести подготовку дефектоскопа к работе согласно п. 2.1 руководства по эксплуатации НСБВ.ДИА1000.00.00.000 РЭ (далее по тексту – РЭ). Для синхронизации генератора и дефектоскопа использовать согласующее устройство, схема которого представлена на рисунке Б.5 (приложение Б). Включить измерительные приборы и подготовить их к работе.

10.1.2 В главном окне программы «DiaTuner» выбрать настройку канала 1. Установить следующие значения настройки:

- Частота ГЗИ: 10 МГц;
- Излучение: Да;
- Прием: Нет;
- Амплитуда ЗИ: 20 В;
- Режим излучения: 500 Гц.

10.1.3 В главном окне программы «DiaTuner» выбрать настройку канала 2. Установить следующие значения настройки:

- Развертка: 30 мкс;
- Частота ГЗИ: 10 МГц;

- Скорость УЗ: 5900 м/с;
- Излучение: Нет;
- Прием: Да.

10.1.4 Нажать кнопку Включить развертку канала 2.

10.1.5 Органами управления генератора радиоимпульсов установить: режим работы – «пачка», число циклов в пачке 1, частоту радиоимпульсов 10 МГц, режим синхронизации – «внешняя», задержку радиоимпульсов относительно импульса синхронизации на входе генератора – 20 мкс, амплитуду радиоимпульса  $U_{вых}$  = 1,0 В.

10.1.6 Управляя усилением дефектоскопа, установить амплитуду сигнала на экране примерно на 50 % высоты экрана (рисунок 3).

10.1.7 Перевести частотомер в режим измерения интервалов времени «Time Interval A to B». Убедиться в наличии показаний частотомера.

10.1.8 Включить функцию редактирования параметров строба канала 2, нажав на иконку в меню основных функций. Установить следующие значения параметров строба:

- Начало: 0 мкс;
- Конец: 25 мкс;
- Уровень: 40 дБ.

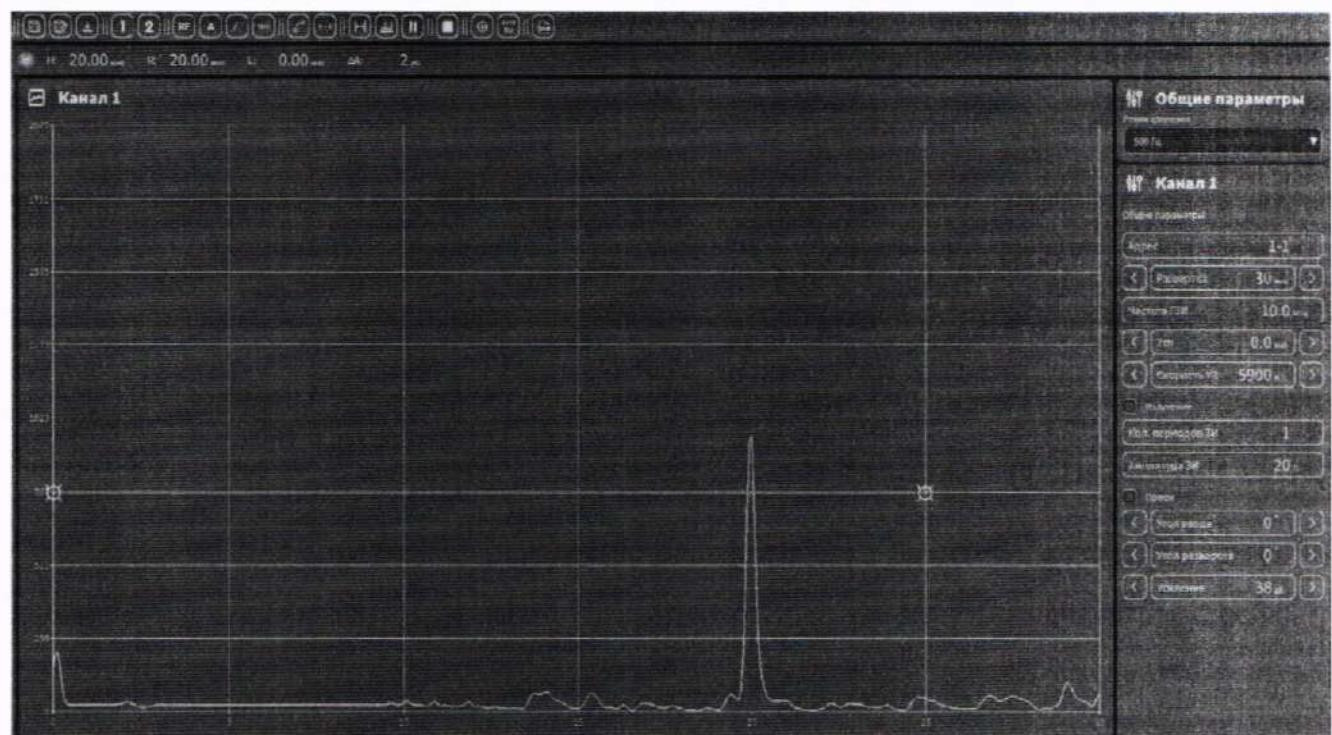


Рисунок 3 – Вид дисплея дефектоскопа при измерении временных интервалов

10.1.9 В основном окне программы «DiaTuner» следует нажать кнопку и включить режим измерения в микросекундах. Вернуться в основное окно и нажать кнопку .

10.1.10 Провести компенсацию задержки дефектоскопа. Для этого, изменяя значение параметра «2тп» 2 канала, добиться минимума разности показания измеренного времени распространения в стробе и показания частотомера.

10.1.11 Установить регулятором задержки генератора задержку радиоимпульса относительно синхроимпульса равную 10 мкс.

10.1.12 Считать показание дефектоскопа  $T_1$  в информационной строке.

10.1.13 Выполнить указания пп. 10.1.11–10.1.12 для значений задержки равных 1 и 5 мкс.

10.1.14 Установить частоту ГЗИ канала 1 и 2 равную 0,1 МГц.

10.1.15 Установить частоту генератора равную 0,1 МГц.

10.1.16 Установить развертку канала 2 равную 10000 мкс.

10.1.17 Включить функцию редактирования параметров строба канала 2, нажав на иконку  в меню основных функций. Установить следующие значения параметров строба:

- Начало: 20 мкс;
- Конец: 10000 мкс;
- Уровень: 40 дБ.

10.1.18 Установить регулятором задержки генератора задержку радиоимпульса относительно синхроимпульса равную 50 мкс. Произвести регулировку задержки генератора, добиваясь показания дефектоскопа, равного или близкого к 50 мкс.

10.1.19 Выполнить указания пп. 10.1.12–10.1.12 для значений задержки равных 200, 500, 2000, 5000, 9950 мкс.

10.1.20 Выполнить указания пп. 10.1.2–10.1.19 для всех плат дефектоскопа.

10.1.21 Нажать кнопку .

## 10.2 Определение абсолютной погрешности установки усиления приемника

10.2.1 Собрать схему согласно рисунку Б.2 (приложение Б). Произвести подготовку дефектоскопа к работе согласно п. 2.1 РЭ.

10.2.2 В главном окне программы «DiaTuner» выбрать настройку канала 1. Установить следующие значения параметров настройки:

- Частота ГЗИ: 2,5 МГц;
- Развертка: 200 мкс;
- Излучение: Нет;
- Прием: Да;
- Усиление: 0 дБ.

10.2.3 Включить функцию редактирования параметров строба канала 1, нажав на иконку  в меню основных функций. Установить следующие значения параметров строба:

- Начало: 5 мкс;
- Конец: 180 мкс;
- Уровень: 20 дБ.

10.2.4 Органами управления генератора установить: режим работы – «синус», частота 2,5 МГц, амплитуду  $U_{\text{вых}} = 1,0$  В.

10.2.5 Органами управления аттенюатора установить: частота 2,5 МГц, ослабление 0 дБ.

10.2.6 Нажать кнопку .

10.2.7 Включить выход генератора. На развертке дефектоскопа должна появиться горизонтальная линия, соответствующая уровню выходного сигнала генератора (рисунок 4). Управляя параметром  $U_{\text{вых}}$  генератора, добиться совмещения уровня линии развертки с уровнем строба.

10.2.8 Управляя параметром «Усиление» 1 канала дефектоскопа, установить значение  $N_0$  равное 5 дБ. Управляя ослаблением аттенюатора, добиться совмещения уровня линии развертки с уровнем строба, записать показания отсчетных устройств аттенюатора  $N_1$ , дБ.

10.2.9 Выполнить требования п. 10.2.8 для значений  $N_0$  равных 10, 20, 30, 40, 60, 80 дБ.

10.2.10 Повторить измерения по пп. 10.2.2–10.2.9 для всех имеющихся каналов.

10.2.11 Нажать кнопку .

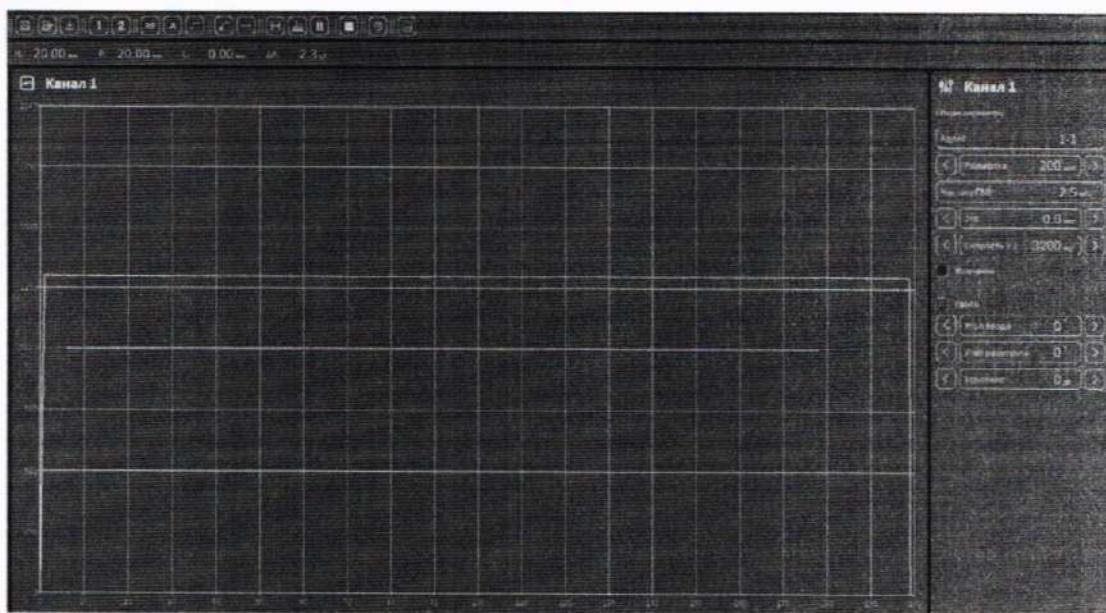


Рисунок 4 – Вид дисплея дефектоскопа при получении уровня развертки

### 10.3 Определение абсолютной погрешности воспроизведения размаха зондирующих импульсов

10.3.1 Для проведения проверки характеристик однопроводного подключения собрать схему согласно рисунку Б.3 (приложение Б) с применением нагрузки согласно рисунку Б.6 (приложение Б). Произвести подготовку дефектоскопа к работе согласно п. 2.1 РЭ.

10.3.2 В главном окне программы «DiaTuner» выбрать настройку канала 1. Установить следующие значения параметров настройки:

- Частота ГЗИ: 2,5 МГц;
- Излучение: Да;
- Прием: Да;
- Амплитуда ЗИ: 40 В;
- Кол. периодов ЗИ: 2.

10.3.3 Нажать кнопку .

10.3.4 Органами управления осциллографа установить: триггер нарастающий, 5 В.

10.3.5 Установить развертку осциллографа таким образом, чтобы на дисплее отображался зондирующий импульс целиком.

10.3.6 Используя курсоры, измерить значение размаха зондирующего импульса  $U_p$  (рисунок 5).

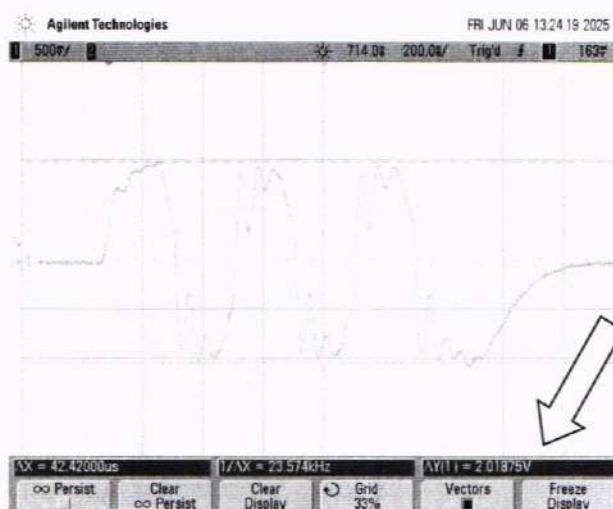


Рисунок 5 – Вид дисплея осциллографа при измерении размаха зондирующего импульса

10.3.7 Повторить пп. 10.3.5–10.3.6 для всех устанавливаемых значений размаха.

10.3.8 Повторить пп. 10.3.2–10.3.7 для всех измерительных каналов.

10.3.9 Для поведения проверки характеристик дифференциального подключения собрать схему согласно рисунку Б.4 (приложение Б) применением нагрузок согласно рисунку Б.6 (приложение Б).

10.3.10 Включить режим математической обработки осциллографа «Operator: - » (разность каналов 1 и 2).

10.3.11 Установить на осциллографе источник сигнала для измерения «Source: MATH».

10.3.12 Повторить пп. 10.3.5–10.3.6 установив значения размаха для 1 канала 100 В.

10.3.13 Повторить пп. 10.3.5–10.3.6 для всех измерительных каналов.

10.3.14 Нажать кнопку .

#### **10.4 Определение абсолютной погрешности воспроизведения частоты заполнения зондирующих импульсов**

10.4.1 Для поведения проверки характеристик однопроводного подключения собрать схему согласно рисунку Б.3 (приложение Б). Произвести подготовку дефектоскопа к работе согласно п. 2.1 РЭ.

10.4.2 В главном окне программы «DiaTuner» выбрать настройку канала 1. Установить следующие значения параметров настройки:

- Частота ГЗИ: 0,1 МГц;
- Излучение: Да;
- Прием: Да;
- Амплитуда ЗИ: 20 В;
- Кол. периодов ЗИ: 3.

10.4.3 Нажать кнопку .

10.4.4 Органами управления частотомера установить:

- Режим измерения: Частота в пачке А;
- Триггер: 4 В.

10.4.5 Измерить значение частоты заполнения зондирующего импульса  $F_p$ .

10.4.6 Повторить пп. 10.4.2–10.4.5 для всех устанавливаемых значений частоты.

10.4.7 Повторить пп. 10.4.2–10.4.5 для всех измерительных каналов.

10.4.8 Нажать кнопку .

#### **10.5 Определение абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефектов дефектоскопа в комплекте с ПЭП**

10.5.1 Произвести определение погрешности измерения глубины залегания дефектов для всех прямых ПЭП, входящих в комплект дефектоскопа, для этого необходимо подключить выбранный из комплекта ПЭП к выходу модуля ручного контроля. Если ПЭП предусматривает раздельную схему включения (далее по тексту – РС), то его выходы подключаются к каналам 1 и 2 модуля.

10.5.2 Произвести калибровку параметров ПЭП согласно п. 2.2.2 РЭ, используя настроенный образец, входящий в комплект дефектоскопа.

10.5.3 В главном окне программы «DiaTuner» выбрать настройку канала 1. Установить следующие значения параметров настройки:

- Частота ГЗИ: номинальная частота ПЭП из паспорта;
- Излучение: Да/Нет (для РС);
- Прием: Да;
- Амплитуда ЗИ: 100 В;
- Кол. периодов ЗИ: 1.
- Скорость УЗ: значение из протокола поверки комплекта КМД-4У.

10.5.4 Выбрать меру, согласно таблице 3, соответствующую нижнему пределу измерения глубины залегания ПЭП.

10.5.5 Установить длительность развертки согласно таблице 3.

10.5.6 Смазать рабочую плоскость меры минеральным маслом или акустическим гелем и установить преобразователь соосно искусственному дефекту в мере (рисунок 1).

10.5.7 Зафиксировать ПЭП в положении максимума сигнала от плоскодонного отражателя.

10.5.8 Включить функцию редактирования параметров строба канала 1, нажав на иконку  в меню основных функций. Установить начало и конец строба таким образом, чтобы автоматическая измерительная метка была установлена на максимуме сигнала от плоскодонного отражателя (рисунок 6).

10.5.9 Считать показания глубины залегания дефекта  $H_i$ .

10.5.10 Выполнить измерения по пп. 10.5.6–10.5.9 пятикратно. Вычислить среднее арифметическое значение  $\bar{H}_i$ .

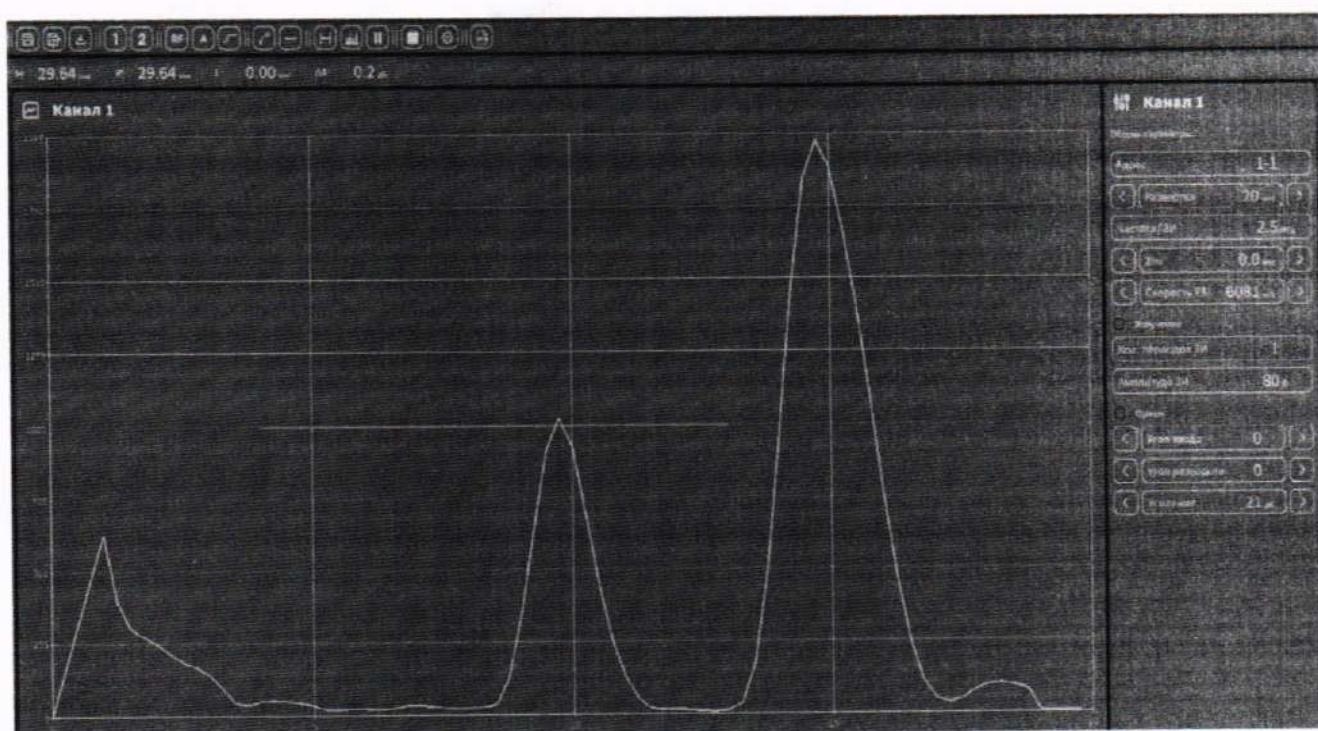


Рисунок 6 – Вид дисплея при измерении глубины залегания дефекта в мере из набора КМД-4У

10.5.11 Произвести действия согласно пп. 10.5.5–10.5.10 используя меру, соответствующую верхней границе диапазона ПЭП.

10.5.12 Произвести действия согласно пп. 10.5.5–10.6.10 не менее чем для еще одной меры из таблицы 3, находящейся внутри диапазона ПЭП.

10.5.13 Произвести действия согласно пп. 10.5.5–10.5.12 для всех прямых ПЭП из комплекта дефектоскопа.

10.5.14 Произвести определение погрешности измерения глубины залегания дефектов для всех наклонных ПЭП, входящих в комплект дефектоскопа, для этого необходимо подключить выбранный из комплекта ПЭП к выходу модуля ручного контроля.

10.5.15 Произвести калибровку параметров ПЭП согласно п. 2.2.2 РЭ, используя настроенный образец, входящий в комплект дефектоскопа.

10.5.16 В главном окне программы «DiaTuner» выбрать настройку канала 1. Установить следующие значения параметров настройки:

- Частота ГЗИ: согласно паспорту ПЭП;
- Излучение: Да;
- Прием: Да;
- Амплитуда ЗИ: 100 В;
- Кол. периодов ЗИ: 1;
- Разворотка: 200 мкс;
- Скорость УЗ: 3260 м/с.

Таблица 3

Индекс меры	Номинальная глубина залегания дефекта $H_0$ , мм	Диаметр отражателя, мм	Способ получения сигнала	Длительность развертки, мкс	Номер отражения, $n$
МД4-0-Х-15	2	2	Прямое отражение	15	1
МД4-0-Х-6	5	1,2	Прямое отражение	15	1
МД4-0-Х-12	10	1,6	Прямое отражение	15	1
МД4-0-Х-16	20	2	Прямое отражение	15	1
МД4-0-Х-13	30	1,6	Прямое отражение	20	1
МД4-0-Х-13	45	дно	Прямое отражение	35	1
МД4-0-Х-10	70	1,2	Прямое отражение	35	1
МД4-0-Х-25	90	3,2	Прямое отражение	35	1
МД4-0-Х-19	180	3,2	Прямое отражение	80	1
МД4-0-Х-19	390	дно	2 отражение	140	2
МД4-0-Х-19	1170	дно	6 отражение	400	6
МД4-0-Х-19	2340	дно	12 отражение	800	12
МД4-0-Х-19	4680	дно	24 отражение	1600	24
МД4-0-Х-19	5070	дно	26 отражение	1800	26

10.5.17 Выбрать отражатели из таблицы 4, соответствующие нижнему и верхнему пределам измерения ПЭП, а также для не менее чем одной точки, находящейся внутри диапазона измерения.

10.5.18 Смазать указанную плоскость меры минеральным маслом или акустическим гелем и установить преобразователь в соответствующем направлении (рисунки 7, 8). При измерении целесообразно использовать режим огибающей сигнала.

10.5.19 Включить функцию редактирования параметров строба канала 1, нажав на иконку  в меню основных функций. Установить начало и конец строба таким образом, чтобы автоматическая измерительная метка была установлена на максимуме сигнала от отражателя.

10.5.20 Зафиксировать ПЭП в положении максимума сигнала от отражателя и считать показания глубины залегания дефекта  $H_i$ .

10.5.21 Выполнить измерения согласно пп. 10.5.18–10.5.20 пятикратно. Вычислить среднее арифметическое значение  $\bar{H}_i$ .

Таблица 4

Отражатель	Номинальная глубина залегания дефекта, мм	Диаметр отражателя, мм	Способ получения сигнала	Направление луча	Номер отражения, п
БЦО	3	2	Прямое отражение со стороны дополнительной шкалы	«80»	1
БЦО	8	2	Прямое отражение со стороны основной шкалы	«70»	1
БЦО	15	6	Прямое отражение со стороны дополнительной шкалы	«0»	1
БЦО	44	6	Прямое отражение со стороны основной шкалы	«0»	1
БЦО	51	2	Прямое отражение со стороны дополнительной шкалы	«70»	1
БЦО	56	2	Прямое отражение со стороны основной шкалы	«80»	1
БЦО	74	6	2 отражение со стороны основной шкалы	«0»	2
БЦО	103	6	2 отражение со стороны дополнительной шкалы	«0»	2
БЦО	133	6	3 отражение со стороны дополнительной шкалы	«0»	3
БЦО	162	6	3 отражение со стороны основной шкалы	«0»	3
Угол	236	-	4 отражение со стороны основной шкалы	«0»	4

10.5.22 Произвести действия согласно пп. 10.5.14–10.5.21 для всех наклонных ПЭП из комплекта дефектоскопа.

10.5.23 Нажать кнопку .

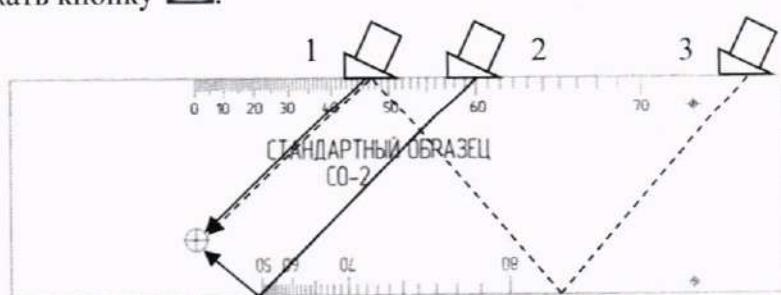


Рисунок 7 – Прямое (1), второе (2) и третье (3) отражение со стороны основной шкалы в направлении «0»

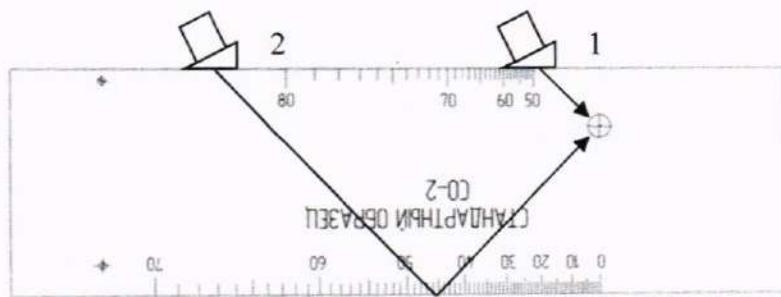


Рисунок 8 – Прямое (1) и второе (2) отражение со стороны дополнительной шкалы в направлении «50»

## 11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Определить значения абсолютной погрешности измерения временных интервалов для значений 1, 5, 50, 200, 500, 2000, 5000, 9950 мкс ( $\Delta T_i$ ) по формуле

$$\Delta T_i = (T_i - T_0), \quad (1)$$

где  $T_i$  – показания дефектоскопа, полученные согласно п. 10.1.12;

$T_0$  – показания частотомера.

11.1.1 Результат поверки по п. 11.1 считается положительным, если полученные значения абсолютной погрешности измерения временных интервалов для всех плат находятся в пределах  $\pm 0,1$  мкс.

11.2 Определить значения погрешности установки усиления приемника ( $\Delta N_i$ ) для значений 5, 10, 20, 30, 40, 60, 80 дБ по формуле

$$\Delta N_i = (N_i - N_0), \quad (2)$$

где  $N_i$  – значение ослабления аттенюатора, полученное согласно п. 10.2.8;

$N_0$  – установленное значение усиления дефектоскопа.

11.2.1 Результат поверки по п. 11.2 считается положительным, если полученные значения абсолютной погрешности установки усиления приемника для всех каналов находятся в пределах  $\pm 1$  дБ.

11.3 Определить значения относительной погрешности воспроизведения размаха зондирующих импульсов ( $\delta U_p$ ) для всех устанавливаемых значений размаха по формуле

$$\delta U_p = \frac{U_p - U_0}{U_0} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где  $U_p$  – измеренное значение размаха зондирующих импульсов согласно п. 10.3.6;

$U_0$  – установленное (номинальное) значение размаха зондирующих импульсов.

11.3.1 Результат поверки по п. 11.3 считается положительным, если полученные значения относительной погрешности воспроизведения размаха зондирующих импульсов для всех каналов находятся в пределах  $\pm 20 \%$ .

11.4 Определить значения относительной погрешности воспроизведения размаха зондирующих импульсов ( $\delta U_p$ ) для дифференциального подключения по формуле

$$\delta U_p = \frac{U_p - 2 \cdot U_0}{2 \cdot U_0} \cdot 100 \%, \quad (4)$$

где  $U_p$  – измеренное значение размаха зондирующих импульсов согласно п. 10.3.6;

$U_0$  – установленное (номинальное) значение размаха зондирующих импульсов.

11.4.1 Результат поверки по п. 11.4 считается положительным, если полученные значения относительной погрешности воспроизведения размаха зондирующих импульсов для всех плат находятся в пределах  $\pm 20\%$ .

11.5 Определить значение относительной погрешности воспроизведения частот заполнения зондирующих импульсов ( $\delta F_p$ ) для всех устанавливаемых значений частоты по формуле

$$\delta F_p = \frac{F_p - F_0}{F_0} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где  $F_p$  – измеренное значение частоты заполнения зондирующих импульсов согласно п. 10.4.5;  
 $F_0$  – установленное значение частоты заполнения зондирующих импульсов.

11.5.1 Результат поверки по п. 11.5 считается положительным, если полученные значения относительной погрешности воспроизведения частоты заполнения зондирующих импульсов для всех частот всех каналов находятся в пределах  $\pm 10\%$ .

11.6 Определить значение абсолютной погрешности измерения глубин залегания дефектов ( $\Delta H_i$ ) для прямых ПЭП по формуле

$$\Delta H_i = (\bar{H}_i - H_0), \quad (6)$$

где  $\bar{H}_i$  – среднее арифметическое из 5 показаний дефектоскопа согласно п. 10.5.10;

$H_0$  – номинальное или действительное значение глубины залегания отражателя в мере с учетом многократных отражений (таблица 3).

11.7 Определить значение абсолютной погрешности измерения глубин залегания дефектов ( $\Delta H_i$ ) для наклонных ПЭП (цилиндрический отражатель) по формуле

$$\Delta H_i = (\bar{H}_i - H_0 + R \cdot \cos(\alpha)), \quad (7)$$

где  $\bar{H}_i$  – среднее арифметическое из 5 показаний дефектоскопа согласно п. 10.5.21;

$H_0$  – номинальное или действительное значение глубины залегания отражателя в мере с учетом многократных отражений (таблица 4);

$R$  – номинальное или действительное значение радиуса отражателя в мере;

$\alpha$  – действительное значение угла ввода ПЭП, определенное в результате калибровки.

11.8 Определить значение абсолютной погрешности измерения глубин залегания дефектов для наклонных ПЭП (уголковый отражатель) по формуле

$$\Delta H_i = (\bar{H}_i - H_0), \quad (8)$$

где  $\bar{H}_i$  – среднее арифметическое из 5 показаний дефектоскопа согласно п. 10.5.21;

$H_0$  – номинальное или действительное значение глубины залегания отражателя в мере с учетом многократных отражений (таблица 4).

11.9 Результат поверки по пп. 11.6–11.8 считается положительным, если значения погрешности для всех прямых ПЭП находятся в пределах  $\pm (0,5 + 0,015 \cdot H)$ , а значения погрешности для всех наклонных ПЭП находятся в пределах  $\pm (1 + 0,03 \cdot H)$ , где  $H$  – измеренное значение глубины залегания дефекта.

## 12 Оформление результатов поверки

12.1 Дефектоскоп, прошедший поверку с положительным результатом, признается годным и допускается к применению.

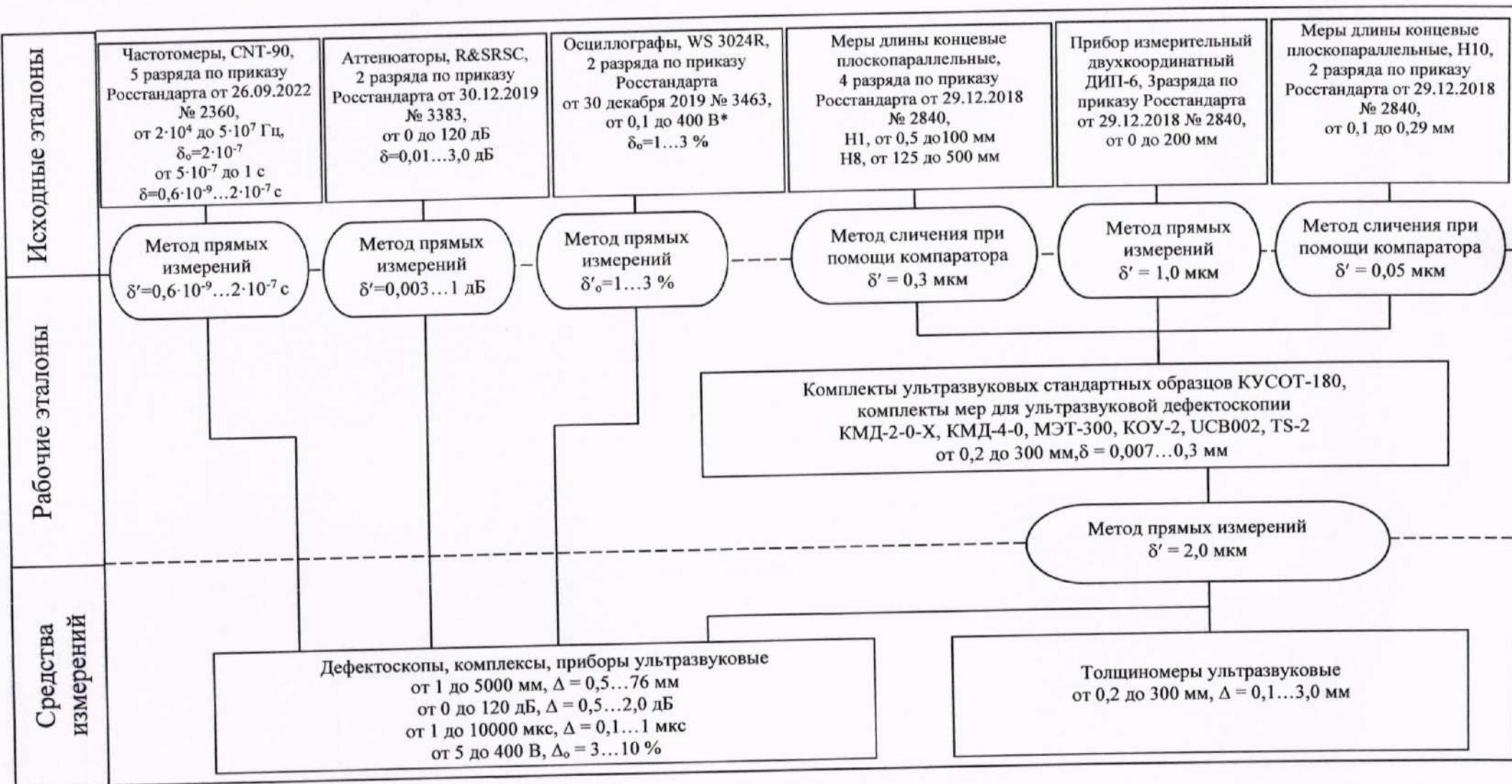
12.2 При отрицательных результатах поверки дефектоскоп признается негодным.

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

12.4 По заявлению владельца дефектоскопа или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений (при положительном результате поверки) или извещение о непригодности средства измерений (при отрицательном результате поверки), и (или) в паспорт дефектоскопа вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

**Приложение А**  
**(обязательное)**

Локальная поверочная схема № 433-5/2025 для дефектоскопов, толщиномеров, комплексов, приборов ультразвуковых



\* при использовании делителя (пробника) 1:10

**Приложение Б  
(обязательное)**

Блок-схемы соединений средств поверки и поверяемых приборов

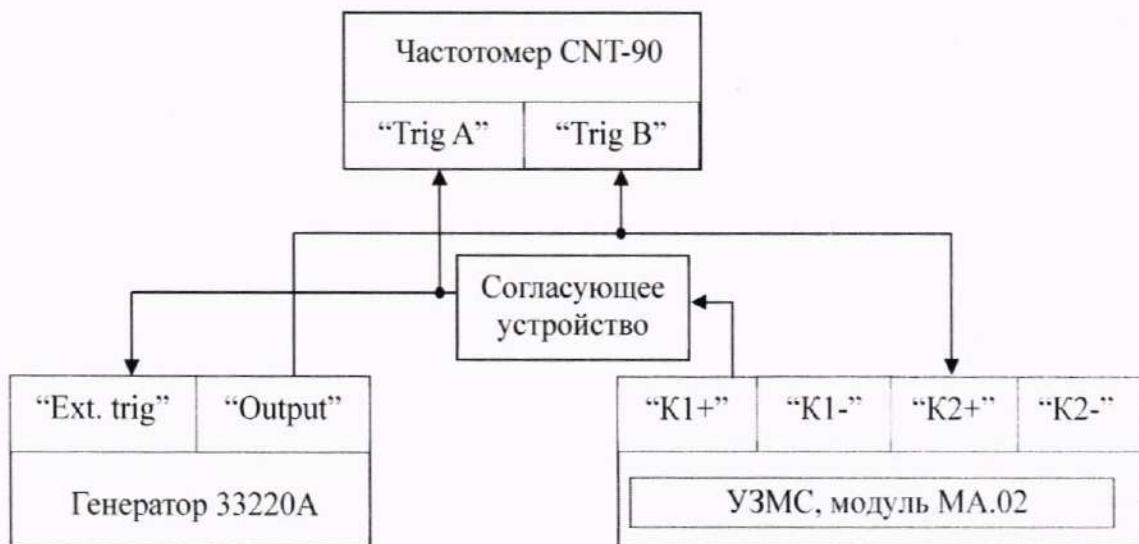


Рисунок Б.1 – Схема подключения приборов для диапазона и определение абсолютной погрешности измерений временных интервалов

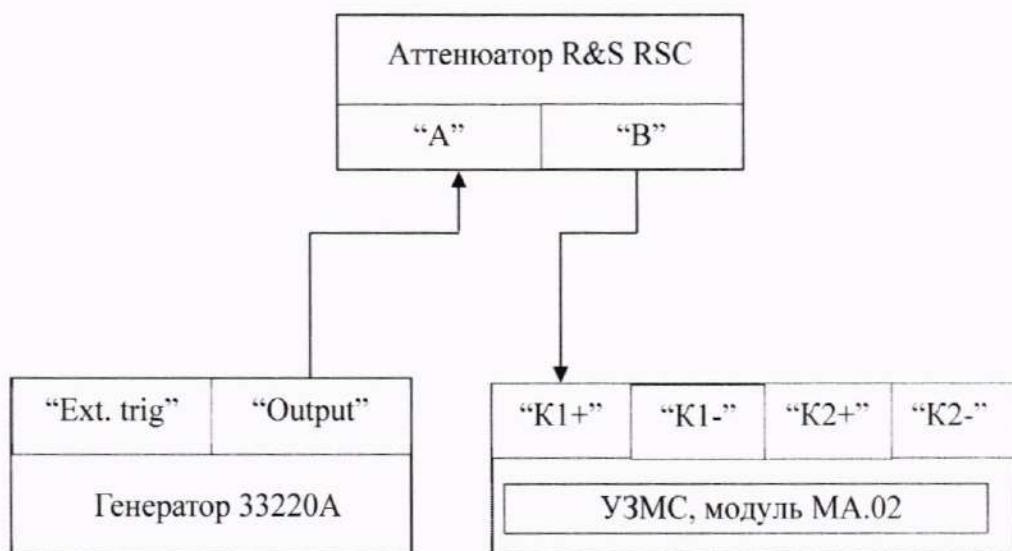


Рисунок Б.2 – Схема подключения приборов для диапазона и определение абсолютной погрешности установки усиления приемника и погрешности измерений ослабления амплитуд сигналов



Рисунок Б.3 – Схема подключения приборов для определения диапазона и абсолютной погрешности воспроизведения размаха и частот заполнения зондирующих импульсов



Рисунок Б.4 – Схема подключения приборов для определения диапазона и абсолютной погрешности воспроизведения размаха зондирующих импульсов в дифференциальном режиме

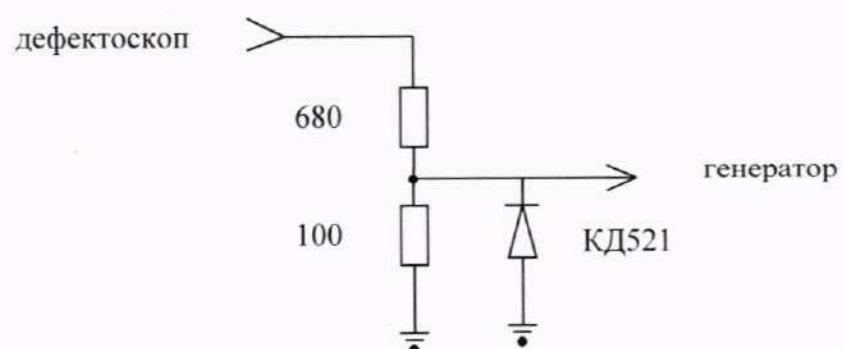


Рисунок Б.5 – Согласующее устройство для синхронизации генератора и дефектоскопа

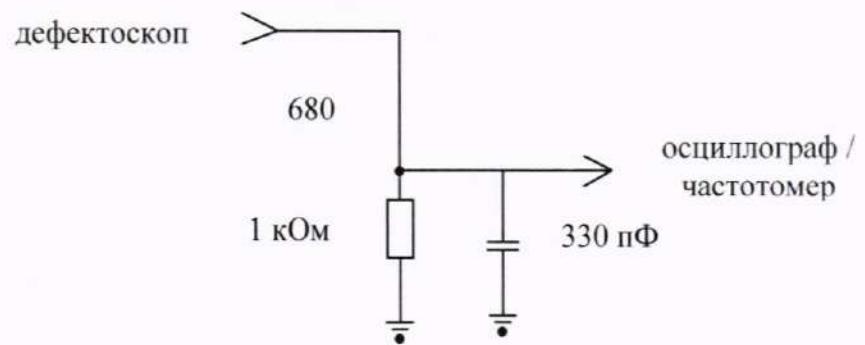


Рисунок Б.6 – Схема эквивалента нагрузки