

# *УД2В-П*

---

Универсальный  
ультразвуковой  
дефектоскоп

*Руководство  
по эксплуатации  
модель УД2В-П45*

12.11.2001

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Назначение дефектоскопа .....	3
2 Технические характеристики .....	4
3 Устройство и работа дефектоскопа .....	5
4 Подготовка дефектоскопа к работе, включение .....	7
5 Порядок работы с дефектоскопом .....	8
5.1 Управление дефектоскопом .....	8
5.2 Группы параметров дефектоскопа .....	9
5.3 Параметры работы дефектоскопа .....	9
5.4 Дополнительное меню .....	13
5.5 Особенности регулировки усиления .....	14
5.6 Приемный тракт .....	14
5.7 Генератор импульсов возбуждения .....	15
5.8 Временная регулировка чувствительности (ВРЧ) .....	15
5.9 Кривая Амплитуда-Расстояние (АРК) .....	16
5.10 Измерение толщины, координат дефектов и скорости УЗК .....	16
5.11 Рекомендации по использованию некоторых функций дефектоскопа .....	17
5.11.1 Измерение амплитуды сигнала .....	17
5.11.2 Измерение длительности и основной частоты радиоимпульсов .....	17
5.11.3 Настройка генератора для оптимального возбуждения зондирующих импульсов .....	18
5.11.4 Построение АРД диаграмм преобразователей .....	19
5.12 Строка статуса дефектоскопа .....	20
6 Подключение внешних устройств .....	20
7 Указание мер безопасности .....	20
8 Техническое обслуживание .....	21
9 Комплект поставки .....	21
10 Методические указания по поверке .....	22
10.1 Операции поверки .....	22
10.2 Средства поверки .....	22
10.3 Требования к квалификации поверителя .....	22
10.4 Требования безопасности при проведении поверки .....	22
10.5 Условия проведения поверки .....	22
10.6 Подготовка к поверке .....	23
10.7 Проведение поверки .....	23
10.8 Оформление результатов поверки .....	26
11 Гарантийные обязательства и сведения о рекламациях .....	26
12 Транспортирование и хранение .....	26
13 Свидетельство о выпуске .....	26
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	
Настройка дефектоскопа для поверки .....	27
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	
Протокол поверки дефектоскопа УД2В-П45 .....	29

## **1 Назначение дефектоскопа**

Дефектоскоп ультразвуковой УД2В-П45, (в дальнейшем дефектоскоп), предназначен для контроля продукции на наличие дефектов (обнаружения дефектов) типа нарушение сплошности и однородности материалов, полуфабрикатов, готовых изделий и сварных соединений, для измерения глубины и координат их залегания, измерения толщины, измерения скорости распространения и затухания ультразвуковых колебаний (УЗК) в материале и соответствует ТУ 7610-001-07504206-98.

Дефектоскоп сохраняет работоспособность для частот УЗК от 0,5 до 15 МГц, при контроле материалов и изделий со скоростями распространения продольных волн УЗК в диапазоне от 1000 до 9999 м/с, при этом допустимое значение затухания продольных волн УЗК в материалах определяется глубиной залегания, размерами и ориентацией дефектов.

Диапазон толщин контролируемого материала по стали (скорость УЗК 5950 м/с) до 2975 мм при теновом и до 1487,5 мм при эхо методе контроля.

Другие параметры контролируемых объектов, ограничивающие область применения дефектоскопа, устанавливаются в нормативно-технической документации на контроль конкретных видов продукции.

Дефектоскоп может быть применен в машиностроении, металлургической промышленности, на железнодорожном и трубопроводном видах транспорта, энергетике для контроля изделий основного производства и технологического оборудования.

Дефектоскоп реализует теневой, эхо и зеркально-теневой методы контроля.

Дефектоскоп эксплуатируется при температуре окружающего воздуха от +5 до +50°С, верхнее значение относительной влажности 80 % при +35°С. Хранение и транспортирование дефектоскопа допускается при температурах от минус 25 до +55°С, с последующей выдержкой в нормальных условиях не менее 24 часов.

## 2 Технические характеристики

Амплитуда импульса возбуждения на нагрузке 50 Ом, не менее .....	150 В;
Длительность переднего фронта импульса возбуждения на нагрузке 50 Ом, не более.....	0,02 мкс;
Длительность импульса возбуждения на нагрузке 50 Ом (шаг 0,25 мкс) .....	от 0,05 до 0,5 мкс;
Частота следования зондирующих импульсов .....	до 800 Гц;
Диапазон рабочих частот приемника по уровню -3 дБ.....	от 1 до 10 МГц;
Максимальная чувствительность приемника при соотношении сигнал/шум 6 дБ, не хуже .....	80 мкВ
Диапазон регулировки усиления, с шагом .....	110 дБ, 0,5, 1, 2 и 6 дБ;
Погрешность измерения амплитуд входных сигналов в диапазоне от 10 до 100 % высоты экрана, не более .....	± 1 дБ;
Динамический диапазон временной регулировки чувствительности (ВРЧ).....	до 90 дБ;
Погрешность установки усиления в диапазоне от 10 до 100 дБ и ВРЧ, не более .....	± 2 дБ;
Развертка.....	от 1 до 500 мкс;
Задержка развертки.....	от -0.5 до 498 мкс;
Диапазон измерения временных интервалов.....	от 0,025 до 500 мкс;
Дискретность измерения временных интервалов.....	0,025 мкс;
Отклонение основной опорной частоты $\delta_0$ , не более .....	0,0001;
Предел относительной погрешности измерения временных интервалов (Т), не более.....	$\pm (\delta_0 + 0.0025/T) \times 100$ %;
Толщина протектора преобразователя .....	от 0 до 100 мкс;
Автоматическая сигнализация дефектов (АСД) .....	двух зонная;
Диапазон установки зон АСД.....	от 0 до 500 мкс;
Дискретность установки зон АСД .....	0.025, 0.05, 0.1 или 0,2 мкс в зависимости от частотного диапазона;
Регулировка порогов зон АСД .....	от 0 до 95% высоты экрана при детектировании и от -95% до +95% в режиме радиосигнала
Детектирование сигналов.....	положительная полуволна, отрицательная полуволна, полное, радиосигнал;
Габаритные размеры (ШхВхГ) (без аккумуляторного отсека).....	225x170x50 мм;
Масса, не более.....	2 кг (без аккумуляторов);
Питание .....	внешний источник 7..9В, 1 А, или 4 аккумулятора размера С или D;
Время непрерывной работы от 4 аккумуляторов емкостью 4,5 А/ч, с подсветкой 30 % .....	не менее 8 часов;
Используемые ультразвуковые преобразователи .....	любые УЗ пьезопреобразователи для импульсных дефектоскопов, в том числе по ГОСТ 26266-90.

### 3 Устройство и работа дефектоскопа

В основу работы дефектоскопа положена способность УЗК распространяться в контролируемых изделиях и отражаться от внутренних дефектов и граней изделий. Принятый сигнал усиливается, после чего преобразуется в цифровую форму и обрабатывается микропроцессором и в графическом и цифровом виде отображается на жидкокристаллическом индикаторе. Блок-схема дефектоскопа УД2В-П45 приведена на Рис.1

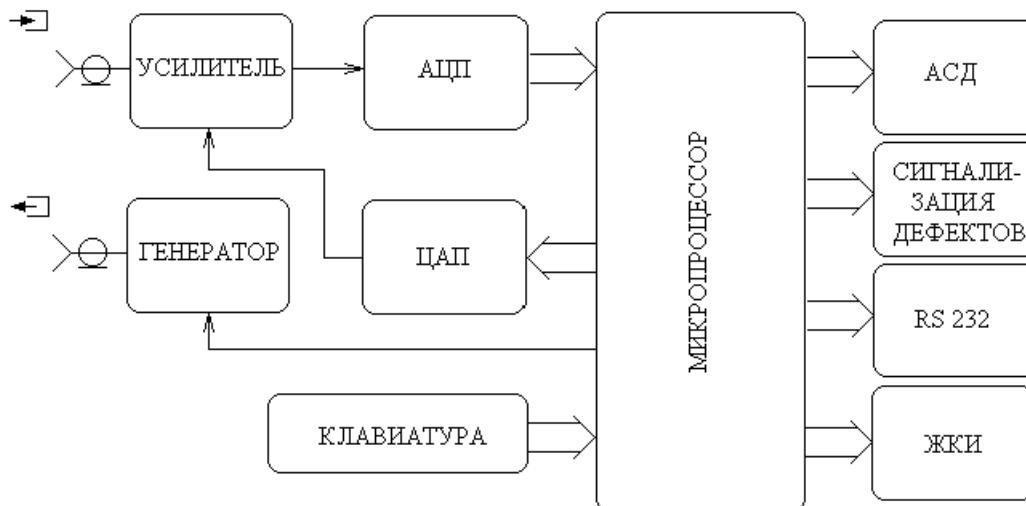


Рисунок 1. Блок-схема дефектоскопа УД2В-П45

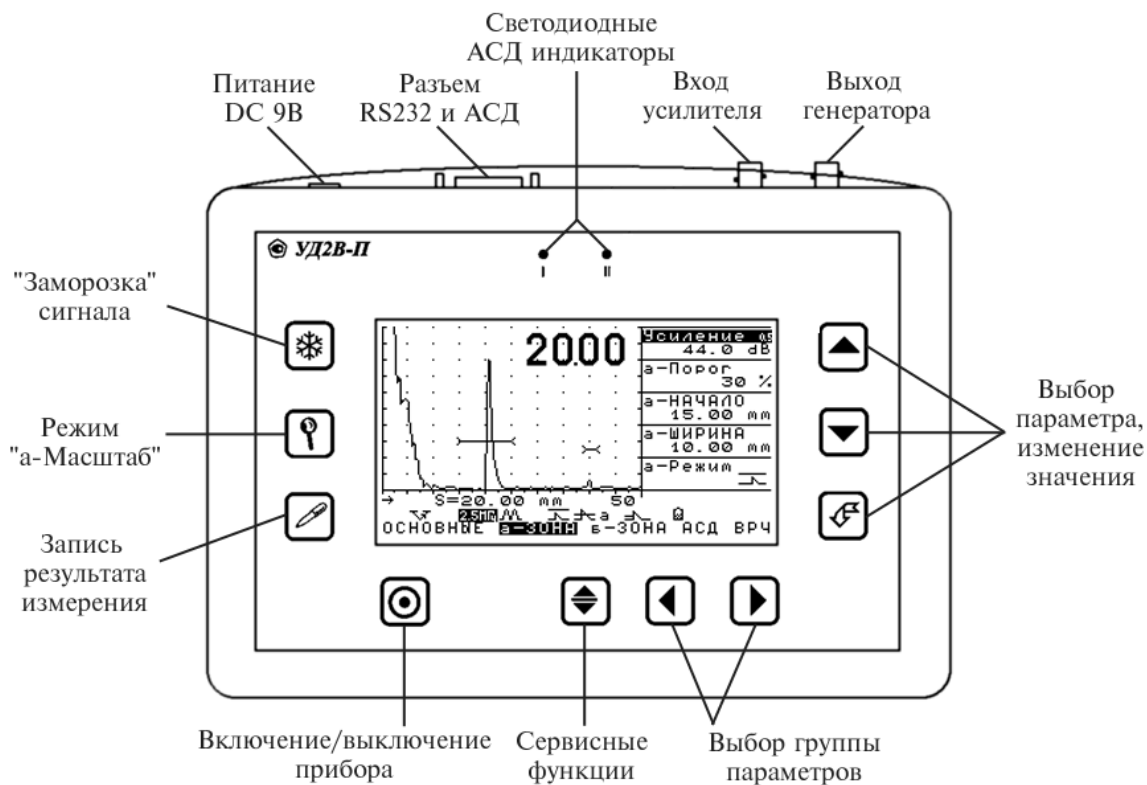


Рисунок 2. Вид прибора спереди

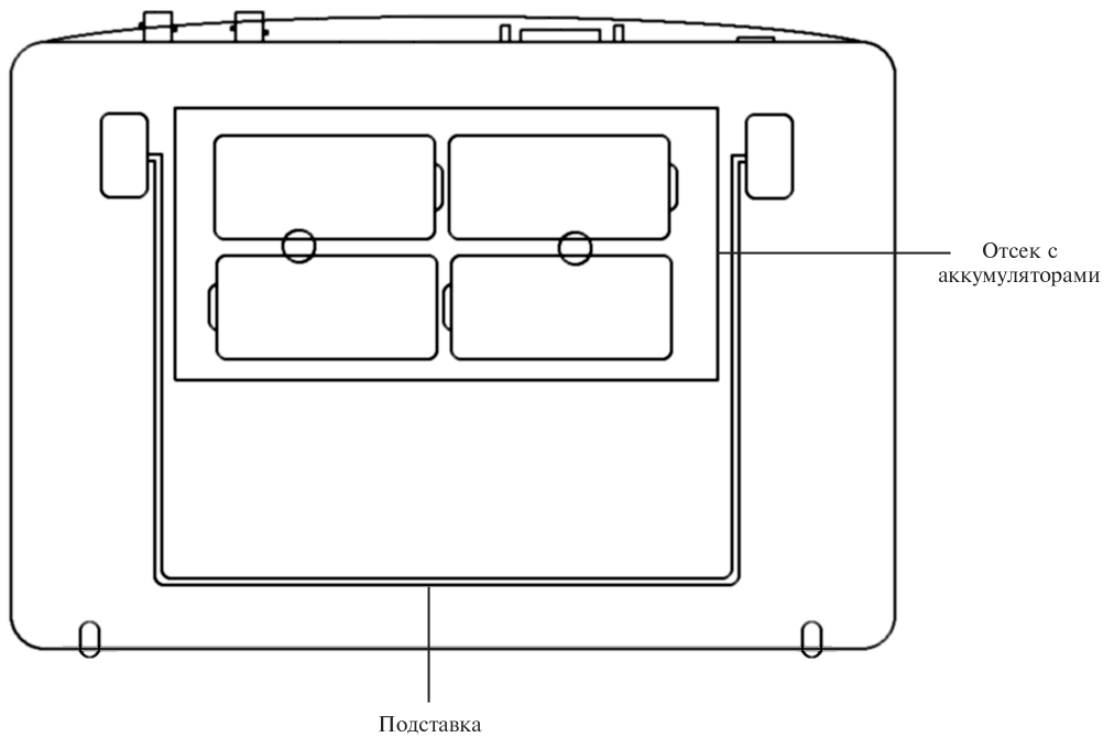












Рисунок 3. Вид прибора сзади

На передней панели дефектоскопа расположены (Рисунок 2) жидкокристаллический индикатор, клавиатура, светодиодные АСД индикаторы.

Клавиатура состоит из 10 клавиш:

- 
 Клавиша включения и выключения - держать нажатой не менее 2 сек. для включения или выключения прибора.
- 

 Клавиши выбора группы параметров
- 
 Клавиша "Сервис" – сервисные функции прибора
- 

 Клавиши выбора параметра и изменения его значения
- 
 Клавиша "Ввод" – подтверждение выбора и изменений
- 
 "Заморозка" сигнала
- 
 Включение/выключение режима "а-Масштаб"
- 
 Запись результата измерения (амплитуда, координаты или скорость) в текущий файл памяти результатов.

Разъем "Питание" предназначен для подключения внешнего источника питания 7..9В, 1А.

Разъем "RS232 и АСД" предназначен для подключения прибора к ЭВМ и для подключения внешних регистрирующих систем при работе прибора в составе автоматизированных комплексов. Допускается подключение к этому разъему только фирменных (изготовленных производителем) кабелей, т.к. использование нестандартных кабелей может повлечь за собой выход прибора из строя.

Разъем "Вход усилителя" предназначен для подключения приемного преобразователя. Разъем "Выход генератора" предназначен для подключения излучающего

преобразователя. При работе прибора в "Совмещенном режиме" совмещенный преобразователь может быть подключен к любому из этих двух разъемов.

На задней панели прибора находится откидывающаяся подставка, предназначенная для установки прибора в вертикальном положении.

Кроме этого на задней панели находятся контакты и крепежные отверстия для подсоединения аккумуляторного отсека. Отсеки могут быть двух размеров – для 4 аккумуляторов размера "С" и для 4 аккумуляторов размера "D". Подключение к указанным контактам других внешних источников питания не допускается!


#### 4 Подготовка дефектоскопа к работе, включение

Место размещения дефектоскопа должно быть защищено от непосредственного воздействия пыли, влаги и агрессивных сред. Напряженность поля радиопомех в месте размещения дефектоскопа не должна превышать значения нарушающего работоспособность, т.е. создающая на входе усилителя дефектоскопа напряжение, превышающее половину максимальной чувствительности. При высокой напряженности поля радиопомех должны быть приняты меры по экранированию места размещения дефектоскопа от внешнего электромагнитного поля.

Рабочее положение дефектоскопа - любое, удобное для оператора.

Для исключения конденсации влаги внутри дефектоскопа при переносе его с мороза в теплое помещение, необходимо выдержать дефектоскоп в течение не менее 2 часов в помещении перед включением.

Дефектоскоп может питаться от аккумуляторов или от внешнего источника питания 9В. Если подключены аккумуляторы и блок питания, то дефектоскоп питается от блока питания, если блок питания будет отключен, дефектоскоп автоматически перейдет на питание от аккумуляторов.

Для включения (выключения) дефектоскопа нажмите клавишу  и удерживайте ее нажатой не менее 3 секунд.

При включении дефектоскопа на экране появляется изображение с наименованием прибора, датой и версией программного обеспечения (Рис. 4). Через 5 секунд дефектоскоп перейдет в рабочий режим.

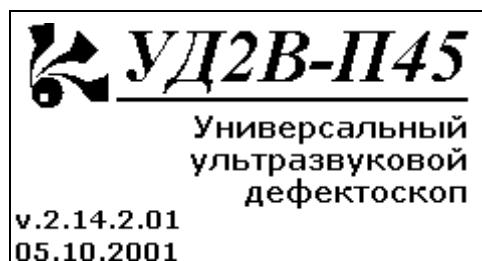


Рисунок 4. Вид экрана дефектоскопа после включения.

При разряде аккумуляторов ниже допустимого уровня на экране дефектоскопа появится изображение представленное на рис. 5. После этого дефектоскоп необходимо выключить, или он сам отключится через две минуты.

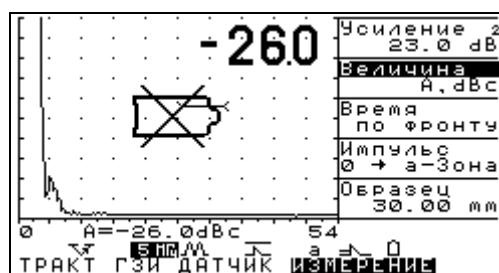
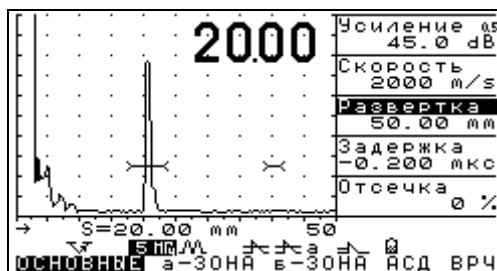


Рисунок 5. Вид экрана при разряде аккумуляторных батарей ниже допустимого уровня

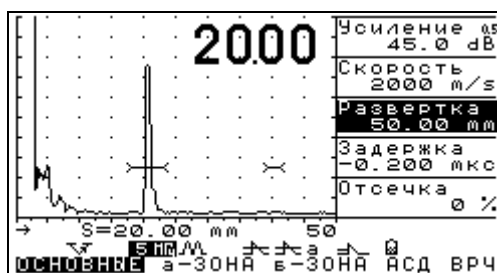
## 5 Порядок работы с дефектоскопом

### 5.1 Управление дефектоскопом

Управление дефектоскопом организовано через систему меню. Все параметры работы прибора разбиты на группы и, в зависимости от выбранной группы, пользователь получает доступ к различным параметрам (часть параметров вынесена в дополнительное меню).



а) Режим выбора параметра



б) Режим изменения значения параметра

Рисунок 6. Режимы работы дефектоскопа.

Дефектоскоп может находиться в двух режимах – выбора параметра (рис. 6а, курсор на названии группы и названии параметра) и изменения значения параметра (рис. 6б, курсор появляется на значении).

Работа в режиме выбора параметра:

- ⬅ ➡ - выбора группы параметров;
- ⬆ ⬇ - выбор параметра;
- ⏎ - подтверждение выбора параметра, переход в режим изменения значения параметра;
- ⬇ - переход в дополнительное меню.

Работа в режиме изменения значения параметра:

- ⬅ ➡ - выбора группы параметров (переход в режим выбора параметра);
- ⬆ ⬇ - изменение значения параметра;
- ⏎ - возврат в режим выбора параметра;
- ⬇ - сервисная функция (зависит от выбранного параметра).

Клавиши, значения которых не зависят от режима работы:

- ⊞ - "заморозка" сигнала;
- Ⓜ - включение/выключение режима "а-Масштаб";
- 📄 - запись результата измерения (амплитуда, координаты или скорость) в текущий файл памяти результатов.






## 5.2 Группы параметров дефектоскопа

Группы	Параметры			
<b>ОСНОВНЫЕ</b>	Скорость	Развертка	Задержка	Отсечка
<b>а-ЗОНА</b>	а-Порог	а-Начало	а-Ширина	а-Режим
<b>б-ЗОНА</b>	б-Порог	б-Начало	б-Ширина	б-Режим
<b>АСД</b>	АСД Режим	Звук	Свет	
<b>ВРЧ</b>	Точка	Положение	Усиление	Включить
<b>ТРАКТ</b>	Частота	Ан. фильтр	Циф.фильтр	Детектор
<b>ГЗИ</b>	Демпфер	Ширина ЗИ	Част.повт.	
<b>ДАТЧИК</b>	Совм.режим	R входа	Угол ввода	Протектор
<b>ИЗМЕРЕНИЕ</b>	Величина	Время	Импульс	Образец
<b>ЭКРАН</b>	Контраст	Подсветка	а-Масштаб	График ВРЧ
<b>РЕЗУЛЬТАТЫ</b>	Файл	Запомнить значение	Просмотр файла	Очистить файл
<b>НАСТРОЙКИ</b>	Загрузить настройку	Сохранить настройку	Загрузить рабочую	

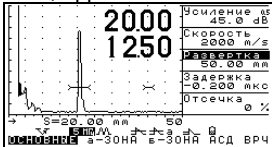
\*\* В каждой группе – первый параметр УСИЛЕНИЕ.



























## 5.3 Параметры работы дефектоскопа

Группы	Параметр	Описание
1	2	3
<b>ОСНОВНЫЕ</b>	<b>Усиление, дБ</b>	Регулировка усиления приемного тракта от 0 до 110 дБ, с шагом 0.5, 1, 2 и 6 дБ. В режиме изменения параметра, клавиша  - выбор шага изменения усиления.
	<b>Скорость, м/с</b>	Скорость УЗК в контролируемом материале. Используется для индикации значения развертки и зон в мм и для измерения глубины и координат залегания дефектов, измерения толщины. Диапазон изменения от 1000 до 9999 м/с с шагом 1 м/с. При установке скорости 2000 м/с (при эхо-методе контроля, см. "Дополнительное меню") или 1000 м/с (при теновом методе) все показания в мм соответствуют показаниям (совпадают) в мкс. В режиме изменения параметра, клавиша  - перебор 4 фиксированных значений скоростей, заданных в дополнительном меню.
	<b>Развертка, мм</b>	Длительность развертки – глубина прозвучивания по лучу, индицируется в миллиметрах. Диапазон изменения от 1 до 500 мкс, с шагом $\approx 1$ мм для установленной скорости УЗК (минимальное и максимальное значение развертки зависит от выбранного частотного диапазона). Дефектоскопом обрабатываются только сигналы, находящиеся в пределах развертки (за исключением режима "а-Масштаб"). В режиме изменения параметра, клавиша  - перебор 4 фиксированных значений разверток, заданных в дополнительном меню.

1	2	3
	<b>Задержка, мкс</b>	Задержка вывода сигнала на экран. Может принимать значения от -0.5 до 0 мкс с шагом 0.025 мкс и от 0 до максимального значения развертки за вычетом текущего значения развертки, с шагом, зависящим от выбранного частотного диапазона. Суммарное значение развертки и задержки не может превышать максимальное значение развертки. Положительное значение задержки автоматически учитывается при измерении глубины, координат и толщины, отрицательная задержка может быть учтена вручную, добавлением ее значения к значению толщины протектора (см. "Датчик->Протектор").
	<b>Отсечка, %</b>	Компенсированная отсечка сигналов. Задается в % высоты экрана, может принимать значения от 0 до 80% высоты экрана. Все сигналы, амплитуда которых меньше установленной отсечки приравняются 0. В режиме отображения радиосигнала отсечка не работает.
<b>а-ЗОНА</b>	<b>а-Порог, %</b>	Уровень порога в первой зоне контроля. Задается в % от высоты экрана, может принимать значения от 0 до 95% высоты экрана в режиме детектирования (плюс, минус, полный) и от -95 до 95% в режиме отображения радиосигнала.
	<b>а-Начало, мм</b>	Начало первой зоны контроля по лучу. Индицируется в мм, в зависимости от заданной скорости УЗК, может принимать значения от 0 до максимального значения развертки. Точность установки зависит от выбранного частотного диапазона. В режиме изменения параметров "а-Начало", "а-Ширина", "б-Начало" и "б-Ширина", клавиша  - выбор шага изменения. Если названия этих параметров написаны маленькими буквами ("а-Начало", "а-Ширина", "б-Начало", "б-Ширина"), то установлен минимально возможный шаг, если названия написаны большими буквами ("а-НАЧАЛО", "а-ШИРИНА", "б-НАЧАЛО", "б-ШИРИНА") значит выбран шаг в 10 раз больше минимального.
	<b>а-Ширина, мм</b>	Ширина первой зоны контроля по лучу, индицируется в мм, точность установки эквивалентна точности установки начала зоны. Может принимать значения от 0 до максимального значения развертки. Суммарное значение начала и ширины зоны не могут превышать значение максимальной развертки.
	<b>а-Режим</b>	Режим определения дефекта в первой зоне для АСД:  - дефект, если максимальная амплитуда в зоне контроля выше или равна значению порога;  - дефект, если максимальная амплитуда в зоне контроля меньше значения порога; НЕТ – дефект не определяется, зона на экран не выводится.
<b>б-ЗОНА</b>	<b>б-Порог</b>	Уровень порога во второй зоне контроля. Задается в % от высоты экрана, может принимать значения от 0 до 95% высоты экрана в режиме детектирования (плюс, минус, полный) и от -95 до 95% в режиме отображения радиосигнала.
	<b>б-Начало</b>	Начало второй зоны контроля по лучу. Индицируется в мм, в зависимости от заданной скорости УЗК, может принимать значения от 0 до максимального значения развертки. Точность установки зависит от выбранного частотного диапазона.
	<b>б-Ширина</b>	Ширина второй зоны контроля по лучу, индицируется в мм, точность установки эквивалентна точности установки начала зоны. Может принимать значения от 0 до максимального значения развертки. Суммарное значение начала и ширины зоны не могут превышать значение максимальной развертки.
	<b>б-Режим</b>	Режим определения дефекта во второй зоне для АСД:  - дефект, если максимальная амплитуда в зоне контроля выше или равна значению порога;  - дефект, если максимальная амплитуда в зоне контроля меньше значения порога; НЕТ – дефект не определяется, зона на экран не выводится.





1	2	3																									
<b>АСД</b>	<b>АСД Режим</b>	Выбор режима срабатывания звукового сигнализатора АСД: а-Зона – при дефекте в первой зоне; б-Зона – при дефекте во второй зоне; а и б – при дефекте в первой и второй зоне одновременно; а или б – при дефекте в одной из зон; по АРК – определение дефекта с использованием кривой амплитуда-расстояние. В этом режиме амплитуда сигнала в первой зоне контроля сравнивается с уровнем кривой АРК в месте нахождения сигнала по времени и дефект определяется согласно значению параметра "а-Режим".																									
	<b>Звук</b>	Включение звуковой сигнализации АСД.																									
	<b>Свет</b>	Включение светодиодной индикации дефектов в зонах контроля.																									
<b>ВРЧ</b>	<b>Точка</b>	Выбор точки ВРЧ и индикация общего числа точек. Максимальное количество точек ВРЧ – 10. В режиме изменения параметра: кратковременное нажатие клавиши  - добавляет новую точку ВРЧ, нажатие и удерживание этой клавиши более 3 сек – удаление текущей точки ВРЧ, а удерживание этой клавиши нажатой более 10 сек. до звукового сигнала – удаление всех точек ВРЧ.																									
	<b>Положение</b>	Положение текущей точки ВРЧ по времени. Может принимать значения от положения предыдущей точки (если ее нет - от 0) до положения следующей точки (если ее нет - до 500 мкс). Точность установки 0.5 мкс.																									
	<b>Усиление</b>	Усиление в текущей точке ВРЧ. Может принимать значения от минус 90 до плюс 90 дБ., точность установки 0.5 дБ.																									
	<b>Включить</b>	Включение режима ВРЧ.																									
<b>ТРАКТ</b>	<b>Частота</b>	Выбор максимальной рабочей частоты приемного тракта (выбор частотного диапазона приемного тракта). Может принимать значения 10, 5, 2.5 и 1.25 МГц. Зависимость параметров работы от установленной частоты: <table border="1" data-bbox="721 990 1388 1388"> <thead> <tr> <th>Параметр</th> <th>10 МГц</th> <th>5 МГц</th> <th>2,5 МГц</th> <th>1,25 МГц</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Дискретность измерения временных интервалов</td> <td>3,125 нс</td> <td>6,25 нс</td> <td>12,5 нс</td> <td>25 нс</td> </tr> <tr> <td>Дискретность установки задержки и положения зон контроля</td> <td>0,025 мкс</td> <td>0,05 мкс</td> <td>0,1 мкс</td> <td>0,2 мкс</td> </tr> <tr> <td>Минимальная развертка</td> <td>1 мкс</td> <td>2 мкс</td> <td>3 мкс</td> <td>4 мкс</td> </tr> <tr> <td>Максимальная развертка</td> <td>250 мкс</td> <td>500 мкс</td> <td>500 мкс</td> <td>500 мкс</td> </tr> </tbody> </table>	Параметр	10 МГц	5 МГц	2,5 МГц	1,25 МГц	Дискретность измерения временных интервалов	3,125 нс	6,25 нс	12,5 нс	25 нс	Дискретность установки задержки и положения зон контроля	0,025 мкс	0,05 мкс	0,1 мкс	0,2 мкс	Минимальная развертка	1 мкс	2 мкс	3 мкс	4 мкс	Максимальная развертка	250 мкс	500 мкс	500 мкс	500 мкс
	Параметр	10 МГц	5 МГц	2,5 МГц	1,25 МГц																						
	Дискретность измерения временных интервалов	3,125 нс	6,25 нс	12,5 нс	25 нс																						
	Дискретность установки задержки и положения зон контроля	0,025 мкс	0,05 мкс	0,1 мкс	0,2 мкс																						
Минимальная развертка	1 мкс	2 мкс	3 мкс	4 мкс																							
Максимальная развертка	250 мкс	500 мкс	500 мкс	500 мкс																							
<b>Ан. фильтр</b>	Включение аналогового полосового фильтра приемного тракта. Центральная частота полосы пропускания равна максимальной рабочей частоте тракта.																										
<b>Циф.фильтр</b>	Выбор полосы цифрового фильтра. Цифровой фильтр выполнен в виде полосового фильтра, с центральной полосой пропускания равной максимальной рабочей частоте тракта. Могут быть установлены следующие полосы цифровых фильтров в зависимости от частоты тракта: <table border="1" data-bbox="702 1624 1407 1892"> <thead> <tr> <th>Цифровой фильтр</th> <th>10 МГц</th> <th>5 МГц</th> <th>2,5 МГц</th> <th>1,25 МГц</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Широкополосный</td> <td>0,5 .. 16</td> <td>0,5 .. 8</td> <td>0,5 .. 4</td> <td>0,5 .. 2</td> </tr> <tr> <td>Широкий</td> <td>6,2 .. 13,8</td> <td>3,1 .. 6,9</td> <td>1,55 .. 3,45</td> <td>0,77 .. 1,73</td> </tr> <tr> <td>Средний</td> <td>7,4 .. 12,6</td> <td>3,7 .. 6,3</td> <td>1,85 .. 3,15</td> <td>0,92 .. 1,58</td> </tr> <tr> <td>Узкий</td> <td>8,4 .. 11,6</td> <td>4,2 .. 5,8</td> <td>2,10 .. 2,90</td> <td>1,05 .. 1,45</td> </tr> </tbody> </table>	Цифровой фильтр	10 МГц	5 МГц	2,5 МГц	1,25 МГц	Широкополосный	0,5 .. 16	0,5 .. 8	0,5 .. 4	0,5 .. 2	Широкий	6,2 .. 13,8	3,1 .. 6,9	1,55 .. 3,45	0,77 .. 1,73	Средний	7,4 .. 12,6	3,7 .. 6,3	1,85 .. 3,15	0,92 .. 1,58	Узкий	8,4 .. 11,6	4,2 .. 5,8	2,10 .. 2,90	1,05 .. 1,45	
Цифровой фильтр	10 МГц	5 МГц	2,5 МГц	1,25 МГц																							
Широкополосный	0,5 .. 16	0,5 .. 8	0,5 .. 4	0,5 .. 2																							
Широкий	6,2 .. 13,8	3,1 .. 6,9	1,55 .. 3,45	0,77 .. 1,73																							
Средний	7,4 .. 12,6	3,7 .. 6,3	1,85 .. 3,15	0,92 .. 1,58																							
Узкий	8,4 .. 11,6	4,2 .. 5,8	2,10 .. 2,90	1,05 .. 1,45																							
<b>Детектор</b>	Выбор вида детектирования сигнала. Может принимать значения: полный, плюс - положительная полуволна, минус – отрицательная полуволна и радиосигнал.																										

1	2	3
<b>ГЗИ</b>	<b>Демпфер</b>	Включение демпфирующего резистора 50 Ом на выходе генератора.
	<b>Ширина ЗИ</b>	Регулировка длительности импульса возбуждения, может быть установлена от 50 до 500 нс, с шагом 25 нс.
	<b>Част.повт.</b>	Измерение частоты повторений импульсов возбуждения, для этого установите курсор в режиме выбора параметра на этот параметр и нажмите клавишу $\mathcal{F}$ , через 1 секунду, значением этого параметра будет частота повторений зондирующих импульсов в Гц.
<b>ДАТЧИК</b>	<b>Совм. режим</b>	Включение совмещенного режима – разъемы входа усилителя и выхода генератора объединяются (становятся идентичными) и возможно подключение к прибору совмещенных преобразователей с использованием кабеля с одним разъемом (либо ко входу усилителя либо к выходу генератора).
	<b>R входа</b>	Установка входного сопротивления усилителя 50 Ом (демпфирование входа усилителя). При совмещенном режиме и включенных демпфере генератора и данного параметра, входное сопротивление усилителя составит 25 Ом.
	<b>Угол ввода</b>	Угол ввода УЗК в материал, задается от 0 до 85°, с шагом 1°. При угле ввода, отличном от 0, в режиме измерения "S, mm" происходит вычисление глубины и расстояние до дефекта, оба значения можно увидеть только при выводе результата измерения на экран большими цифрами:  <p>(20.00 – глубина отражателя, 12.50 – расстояние от точки ввода до отражателя по поверхности)</p>
	<b>Протектор</b>	Толщина протектора преобразователя, задается от 0 до 100 мкс, с шагом 0.01 мкс. Значение этого параметра учитывается при измерении глубины и координат залегания дефектов.
<b>ИЗМЕРЕНИЕ</b>	<b>Величина</b>	Выбор измеряемой величины: "H, %" – измерение амплитуды сигнала в первой зоне, в процентах относительно высоты экрана; "H, dB" – измерение амплитуды сигнала в первой зоне в дБ относительно уровня порога в первой зоне или относительно кривой амплитуда-расстояние при включенном режиме АСД "по АРК"; " $\bar{H}$ , %" – измерение среднего значения амплитуды в первой зоне, в процентах высоты экрана; "A, dBc" – измерение амплитуды сигнала в дБ относительно опорного сигнала, уровень которого задается в дополнительном меню (при этом режиме измерения функция ВРЧ автоматически отключается); "S, mm" – измерение глубины и координат залегания дефектов или толщины объекта контроля. "V, m/s" – измерение скорости распространения УЗК в образце заданной толщины.
	<b>Время</b>	Способ определения времени прихода сигнала в зоне контроля: "по пику" – по положению максимального сигнала в зоне контроля; "по фронту" – по первому пересечению сигнала с порогом в зоне контроля.
	<b>Импульс</b>	Способ измерения временного интервала при измерении глубины или скорости УЗК: "0->a-Зона" – от нуля до сигнала в первой зоне; "a->b-Зона" – от сигнала в первой зоне до сигнала во второй зоне контроля.
	<b>Образец</b>	Толщина образца для определения скорости УЗК, задается от 5 до 1000 мм, с шагом 0.05 мм.
	<b>ЭКРАН</b>	<b>Контраст</b> Контрастность индикатора, задается от 0 до 100% с шагом 5%. <b>Подсветка</b> Подсветка индикатора, задается от 0 до 100%, с шагом 5%. <b>a-Масштаб</b> Включение режима "a-Масштаб" – при включенном режиме на весь экран выводится сигнал только в первой зоне контроля. <b>График ВРЧ</b> Включение режима вывода на экран графика ВРЧ или АРК.

1	2	3
<b>РЕЗУЛЬТАТЫ</b>	<b>Файл</b>	Выбор текущего файла результатов и индикация количества записанных в этот файл значений.
	<b>Запомнить значение</b>	Для записи текущего результата измерения нажмите клавишу  , выбрав этот параметр, звуковой сигнал подтвердит запись результата.
	<b>Просмотр файла</b>	Просмотр значений записанных в текущем файле результатов, для этого нажмите клавишу  , выбрав этот параметр, и на экране будет выведен список результатов, содержащихся в файле. Используйте клавиши   для просмотра и клавишу  для возврата к работе.
	<b>Очистить файл</b>	Удаление всех результатов записанных в текущий файл, для этого удерживайте нажатой клавишу  , выбрав этот параметр, более 10 сек, до двойного звукового сигнала, подтверждающего удаление.
<b>НАСТРОЙКИ</b>	<b>Загрузить настройку</b>	Для восстановления параметров работы, ранее сохраненных в памяти, нажмите клавишу  , выбрав этот параметр, и на экране появится список имен настроек. Слева от названия каждой настройки будет находиться символ папки – закрашенная папка обозначает, что под этим именем записаны параметры работы, не закрашенная – что настройка пуста. Используя клавиши  и  выберите нужную настройку и нажмите клавишу  для восстановления параметров работы, или нажмите клавишу  для возврата к работе. При работе со списком имен настроек имеется возможность редактировать названия настроек. Выбрав настройку, нажмите клавишу  для перехода в режим редактирования, и на первом символе названия появится мигающий курсор. В этом режиме:  и  - изменение символа, на котором стоит курсор;  и  - выбор символа;  - отмена изменений, возврат к выбору настройки;  - сохранение нового названия;
	<b>Сохранить настройку</b>	Для сохранения всех параметров работы и сигнала развертки в памяти, нажмите клавишу  , выбрав этот параметр, и на экране появится список имен настроек (см. "Загрузить настройку"). Используя клавиши  и  , выберите нужную настройку и нажмите клавишу  для записи параметров работы, или нажмите клавишу  для возврата к работе.
	<b>Загрузить рабочую</b>	Выбрав этот параметр и нажав клавишу  , можно загрузить параметры из рабочей настройки. В этой настройке при выключении прибора автоматически сохраняются все текущие параметры работы, и из нее они автоматически загружаются при включении прибора. Чтобы включить прибор без использования загрузки рабочей настройки, удерживайте клавишу  в момент включения прибора (во время удерживания нажатой клавиши  ).

#### 5.4 Дополнительное меню

Дополнительное меню представляет собой список, разделенный на две части: слева находятся названия параметров, справа их значения. Если курсор находится только на названии параметра - это режим выбора, если курсор находится и на значении – это режим изменения значения. Клавиши для работы с дополнительным меню:

-  и  - выбор и изменение значения параметра;
-  - переход из режима выбор к изменению значения и обратно;
-  - выход из дополнительного меню.

Параметры дополнительного меню	Функциональное назначение параметра
<b>Режим контроля</b>	Выбор режима проведения контроля - теневой или эхо-метод. В режиме эхо-метода, дефектоскоп автоматически учитывает двойной путь ультразвукового сигнала в материале.
<b>Заполнение</b>	Включение режима вывода сигнала на экран с заполнением. В режиме радиосигнала заполнение не работает.
<b>Сетка</b>	Включение и выключение вывода на экран координатной сетки.
<b>Цифры</b>	Включение вывода результата измерения на экран большими цифрами.
<b>Частота посылок</b>	Выбор частоты посылок зондирующих импульсов: максимальный – режим максимальной частоты посылок и 20 Гц.
<b>Опорная A, dBc</b>	Значение усиления в дБ для отображения опорного сигнала на 100% высоты экрана - для измерения амплитуд сигналов в режиме "A, dBc".
<b>Амплитуда АРК, %</b>	Амплитуда для построения графика кривой АРК.
<b>Скорость 1</b>	Первое фиксированное значение скорости УЗК.
<b>Скорость 2</b>	Второе фиксированное значение скорости УЗК.
<b>Скорость 3</b>	Третье фиксированное значение скорости УЗК.
<b>Скорость 4</b>	Четвертое фиксированное значение скорости УЗК.
<b>Развертка 1</b>	Первое фиксированное значение развертки.
<b>Развертка 2</b>	Второе фиксированное значение развертки.
<b>Развертка 3</b>	Третье фиксированное значение развертки.
<b>Развертка 4</b>	Четвертое фиксированное значение развертки.
<b>Осн. Частота</b>	Эта функция предназначена для поверки дефектоскопа (см. п. 10.7.6) и после ее выбора, в течение 1 минуты, на выход генератора подаются импульсы опорной частоты, уменьшенной в 1000 раз -20 кГц.

### 5.5 Особенности регулировки усиления

Значение параметра "Усиление" является относительным, т.е. это не реальный коэффициент усиления приемного тракта.

Диапазон регулировки усиления 110 дБ реализован с использованием аттенюатора на 20 дБ и регулируемого усилителя, с переменным коэффициентом усиления от -10 до +80 дБ. Аттенюатор автоматически отключается при усилении 30 дБ, в результате чего, на экране дефектоскопа в совмещенном режиме может наблюдаться некоторое изменение формы зондирующего импульса, вызванное перегрузкой усилителя в момент зондирующего импульса при отключенном аттенюаторе, что не является недостатком в работе.

Таким образом, реальное усиление приемного тракта может быть ориентировочно рассчитано как значение параметра "Усиление" минус 30 дБ. В определении абсолютного значения коэффициента усиления нет необходимости, т.к. для измерения амплитуды входных сигналов предназначен режим измерения **A,dBc**.

### 5.6 Приемный тракт

Отличительной особенностью данной модели дефектоскопа является цифровая обработка радиосигнала. Это позволило реализовывать идеально линейный цифровой детектор, алгоритм восстановления спектра радиосигнала для уменьшения ошибки измерения амплитуды и увеличения точности измерения временных характеристик сигналов, реализовать цифровые фильтры с линейной фазочастотной характеристикой.

Основным параметром, влияющим на характеристики цифровой обработки сигнала, является частота преобразования принимаемого сигнала в цифровую форму

- основная частота дискретизации. В приборе этот параметр зависит от установленного частотного диапазона ("ТРАКТ->Частота)". При обработке сигнала в дефектоскопическом режиме (определении максимума сигнала для срабатывания АСД), происходит математическое повышение частоты дискретизации в 4 раза, а при измерении временных параметров сигнала – в 8 раз.

	Значение параметра "ТРАКТ->Частота"			
	10 МГц	5 МГц	2,5 МГц	1,25 МГц
Основная частота дискретизации сигнала	40 МГц	20 МГц	10 МГц	5 МГц
Эквивалентная частота дискретизации при обработке АСД	160 МГц	80 МГц	40 МГц	20 МГц
Эквивалентная частота дискретизации при измерении	320 МГц	160 МГц	80 МГц	40 МГц

#### 5.7 Генератор импульсов возбуждения

Генератор импульсов возбуждения (зондирующих импульсов) формирует прямоугольный импульс отрицательной полярности с регулируемой длительностью от 50 до 500 нс, с шагом 25 нс.

Длительность импульса возбуждения преобразователя, для получения максимальной амплитуды излучаемых сигналов, должна быть приблизительно равной половине периода основной частоты излучающего преобразователя. Регулировка длительности импульса возбуждения индивидуально для каждого преобразователя позволяет получить оптимальное для контроля соотношение между длительностью и амплитудой излучаемых сигналов.

Преобразователи, используемые с дефектоскопом, должны иметь встроенные согласующие устройства (катушки индуктивности и т.д.). Если используются преобразователи без согласования (например, от дефектоскопа УД2-12), к выходу генератора должно быть подключено внешнее согласующее устройство в виде индуктивности, компенсирующей емкостное сопротивление преобразователя. Если внешнее согласующее устройство отсутствует, можно воспользоваться параметром "ГЗИ->Демпфер", установив режим демпфирования генератора 50 Ом., при этом будет обеспечено возбуждение преобразователя коротким однополярным импульсом.

#### 5.8 Временная регулировка чувствительности (ВРЧ)

Кривая ВРЧ задается по опорным точкам – от 2 (минимум) до 10. Для каждой точки задается ее положение по времени и усиление - значение усиления является относительным, т.е. реальное усиление в этой точке будет зависеть от общего усиления и от усиления в предыдущих точках.

Максимальная скорость изменения усиления составляет 12дБ/мкс. Реализованная в данном приборе функция ВРЧ позволяет не только увеличивать, но и уменьшать усиление в зависимости от времени. Поэтому реальная кривая ВРЧ строится следующим образом: на кривой находится точка с минимальным усилением, и она приравнивается к общему усилению тракта, а усиление в остальных точках кривой рассчитывается как разница между заданным усилением в этой точке и минимальным усилением на кривой. Таким образом, изменяя общее усиление тракта, можно поднимать и опускать всю кривую ВРЧ.

Использование автоматического аттенюатора накладывает некоторые ограничения на диапазон изменения усиления ВРЧ. Максимальный диапазон, который может быть получен, составляет 90 дБ, но только при установке общего усиления трак-

та "0". Далее, при увеличении усиления до 30 дБ, максимальный диапазон сужается на величину усиления. При усилении 30 дБ (при выключении аттенюатора) максимальный диапазон становится равным 80 дБ и при дальнейшем увеличении усиления так же уменьшается.

Начало ВРЧ всегда привязано к началу развертки, т.е. при положительном значении задержки развертки, начало действия ВРЧ так же задерживается.

Кривая ВРЧ может быть построена как с помощью ручного ввода каждой точки отдельно, так и по реальным сигналам. При добавлении новой точки (см. описание параметра "ВРЧ->Точка"), если ВРЧ выключена и в первой зоне имеется сигнал, превышающий уровень порога, то в качестве значения положения добавляемой точки ВРЧ, берется положение максимума этого сигнала, а в качестве усиления – текущее усиление тракта. Таким образом, имея сигналы от отражателей на разной глубине, и устанавливая с помощью усиления их амплитуду на одном уровне, можно автоматически построить кривую ВРЧ.

Если при добавлении новой точки ВРЧ сигнала, превышающего уровень порога в первой зоне, нет или функция ВРЧ включена, то добавляется точка, стоящая на 10 мкс дальше и имеющая на 5 дБ усиление больше относительно последней точки ВРЧ.

#### 5.9 Кривая Амплитуда-Расстояние (АРК)

АРК – это функция, обратная функции ВРЧ. Кривая АРК строится по точкам, заданным в списке точек ВРЧ и с использованием значения параметра "Амплитуда АРК,%".

При построении кривой амплитуда-расстояние значение усиления в точках ВРЧ трактуется как ослабление сигнала, поэтому, в точке с минимальным ослаблением (усилением) амплитуда принимается равной значению параметра "Амплитуда АРК,%", а амплитуда в остальных точках рассчитывается по изменению ослабления (усиления) относительно этой точки.

При включенном режиме АСД "по АРК", амплитуда сигнала в первой зоне сравнивается не с уровнем порога, а с амплитудой на кривой АРК в месте нахождения максимума этого сигнала, а при измерении "Н, дБ" - измеряется отношение амплитуды сигнала и амплитуды кривой АРК. Используя это измерение, может быть легко реализована методика оценки диаметра отражателя, если кривая АРК записана по одной из линий АРД диаграммы преобразователя.

#### 5.10 Измерение толщины, координат дефектов и скорости УЗК

Измерение временных интервалов является базовой функцией при измерении толщины, глубин, координат залегания дефектов - "S, мм", и при измерении скорости УЗК в образце - "V, м/с". Дефектоскоп позволяет измерять время распространения сигналов в диапазоне до 500 мкс с дискретностью до 0,003 мкс в зависимости от выбранного частотного диапазона. Имеется возможность измерять время прихода сигнала по фронту – по первому пересечению сигналом уровня порога в зоне контроля (поэтому результат зависит от значения порога), или по максимуму – по положению максимального значения сигнала в зоне. Наличие двух зон контроля позволяет организовать измерение не только от запуска импульса возбуждения до прихода первого сигнала, но и между двумя импульсами – в таком режиме измерения не нужно учитывать толщину протектора преобразователя.

Глубина залегания дефекта по лучу рассчитывается как  $S = T * V, \text{m/s}$ , а скорость распространения УЗК рассчитывается как  $V = O / T$ ,

где V,m/s – установленная скорость УЗК ("ОСНОВНЫЕ->Скорость");

O – толщина образца, на котором измеряется скорость ("ИЗМЕРЕНИЕ->Образец");

T – временной интервал, который измеряется прибором в соответствии с установленными параметрами:

	<b>"ИЗМЕРЕНИЕ-&gt;Время"</b>	
<b>"ИЗМЕРЕНИЕ-&gt;Импульс"</b>	<b>По пику</b>	<b>По фронту</b>
<b>0-&gt;a-Зона</b>	$T = T_{ам} - \Pi$	$T = T_{аф} - \Pi$
<b>a-&gt;б-Зона</b>	$T = T_{бм} - T_{ап}$	$T = T_{бф} - T_{аф}$

где Там – положение максимума сигнала в первой зоне контроля;



T<sub>бм</sub> – положение максимума сигнала во второй зоне контроля;  
T<sub>аф</sub> – положение фронта сигнала (первого превышения сигналом уровня порога) в первой зоне.

T<sub>бф</sub> – положение фронта сигнала во второй зоне.

П – толщина протектора преобразователя ("ДАТЧИК->Протектор")

\*Положительные значения параметра "Задержка" не влияют на измерение времени прихода сигнала.

При угле ввода преобразователя ("ДАТЧИК->Угол ввода") отличном от нуля, глубина по лучу преобразуется в две координаты X и Y:

$$Y = S * \cos(U) \text{ и } X = S * \sin(U),$$

где U – угол ввода.

### 5.11 Рекомендации по использованию некоторых функций дефектоскопа

#### 5.11.1 Измерение амплитуды сигнала

Для проведения измерений амплитуд сигналов и для измерения соотношений сигналов предназначен параметр **"ИЗМЕРЕНИЕ -> Величина-> A, dB"**. Принцип измерения амплитуд сигналов заключается в определении соотношения между измеряемым сигналом и опорным сигналом известной амплитуды или от известного отражателя. Уровень опорного сигнала устанавливается в дополнительном меню в виде значения усиления приемного тракта, при котором амплитуда опорного сигнала составляет 100% высоты экрана дефектоскопа. Порядок установки данного значения следующий: необходимо подать на вход дефектоскопа сигнал с амплитудой, соответствующей опорному сигналу, или получить на экране импульс сигнала от опорного отражателя или донного сигнала и регулировкой усиления установить его амплитуду на 100% высоты экрана. Полученное значение усиления записать в численном виде в дополнительном меню дефектоскопа как **"Опорная A, dB"**. Дальнейшие результаты измерения амплитуды сигнала будут представлять отношение амплитуд измеряемого и опорного сигналов. Для наиболее точного проведения измерений, рекомендуется регулировкой усиления устанавливать амплитуду сигнала на экране дефектоскопа в пределах от 30 до 100 % высоты экрана.

Эта функция позволяет производить измерение как абсолютного значения входных сигналов при выборе в качестве опорного сигнала заданной амплитуды (1В, например) с выхода генератора высокочастотных сигналов, так и определять по АРД диаграммам преобразователей условный размер дефектов - при выборе сигнала от одного из известных отражателей или донного сигнала в качестве опорного. Кроме того, эта функция может быть использована для построения АРД диаграмм различных преобразователей. Динамический диапазон измеряемых сигналов составляет не менее 120 дБ, с учетом регулировки усиления от 0 до 100 дБ.

В приборе также предусмотрено измерение амплитуды сигнала "Н, дБ", как отношения уровня сигнала к уровню порога в первой зоне контроля или уровню АРК.

#### 5.11.2 Измерение длительности и основной частоты радиоимпульсов

Особенностью данной модели дефектоскопа является возможность отображения на экране радиосигналов и возможность измерения основной частоты и длительности импульсов. На рис. 8 приведено изображение донного эхо импульса в режиме отображения радиосигнала.

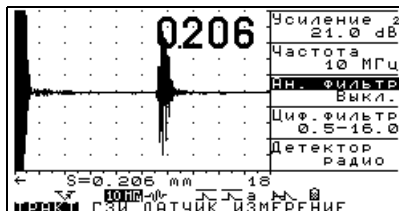


Рисунок 8. Изображение донного эхо импульса в виде радиосигнала

Для проведения измерения основной частоты радиоимпульса необходимо установить скорость УЗК 2000 м/сек, а задержку и длительность развертки таким образом, чтобы получить максимальную разрешающую способность экрана (например, на рис. 9 одно деление на экране по оси X соответствует 0.1 мкс). Наибольшая разрешающая способность достигается при основной частоте приемного тракта 10 МГц и

отключенных фильтрах. Далее, выбрать режим измерения S, мм и выделить с помощью строб импульсов а и б зон два соседних полупериода одной полярности. Установить режим измерения времени по фронту между импульсами в а и б зонах. Основная частота радиоимпульса определяется по формуле:

$$f=1/T=1/(0.209\pm 0.003)= (4.8\pm 0.1) \text{ МГц}$$

Следует отметить, что погрешность измерения периода T в данном случае определяется основной частотой приемного тракта и составляет:  $\Delta T=1/320 \text{ МГц} = 0,003 \text{ мкс}$ , где 320 МГц- эквивалентная частота дискретизации (см.п.5.6). Очевидно, что может быть определена и погрешность измерения основной частоты импульса преобразователя.

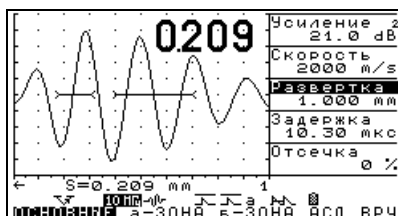


Рисунок 9. Экран дефектоскопа при измерении периода основной частоты радиоимпульса.

Аналогичным образом могут быть проведены измерения всех параметров эхоимпульса: длительность импульса, максимальное значение и временное положение как отрицательных, так и положительных полупериодов. Результаты измерений могут быть распечатаны с помощью компьютера и поставляемого с дефектоскопом программного обеспечения. При использовании внешнего аттенюатора не менее 20 дБ могут быть произведены измерения амплитуды и формы импульса возбуждения. Таким образом, могут быть выполнены все измерения и вычисления параметров преобразователей по ГОСТ 26266-90 и ГОСТ 23702-90 в диапазоне частот от 1 до 10 МГц без использования дополнительных измерительных приборов, функцию которых может выполнять измерительная система дефектоскопа.

### 5.11.3 Настройка генератора для оптимального возбуждения зондирующих импульсов

В данной модели дефектоскопа предусмотрена регулировка длительности импульса возбуждения преобразователя и возможность электрического демпфирования преобразователя. Максимальная амплитуда зондирующих импульсов достигается при возбуждении преобразователя импульсом, длительность которого равна половине периода основной частоты преобразователя. Регулировкой длительности импульса возбуждения в некоторых пределах возможна регулировка длительности зондирующего импульса. Наиболее короткий зондирующий импульс может быть получен при возбуждении преобразователя импульсом минимальной длительности или импульсом, длительность которого находится в пределах от 0.5 до 1 периода основной частоты преобразователя. На рис.10,11 и 12 приведена форма донного эхо-импульса при возбуждении преобразователя отрицательными импульсами различной длительности.

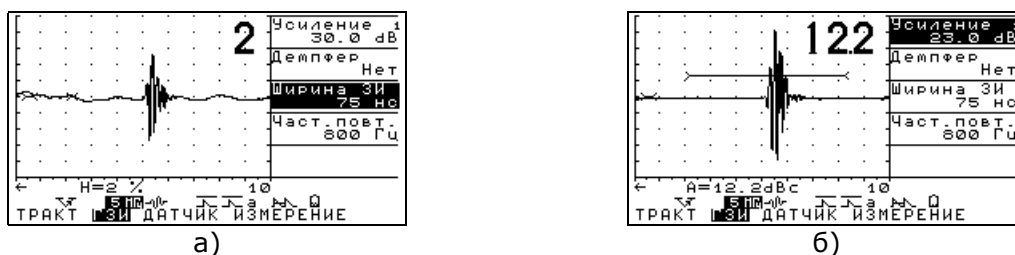


Рисунок 10. Возбуждение преобразователя П111-5-К6-В-002 импульсом длительностью 75 нс: а) без согласующей индуктивности; б) с согласующей индуктивностью 1.1 мкГн.

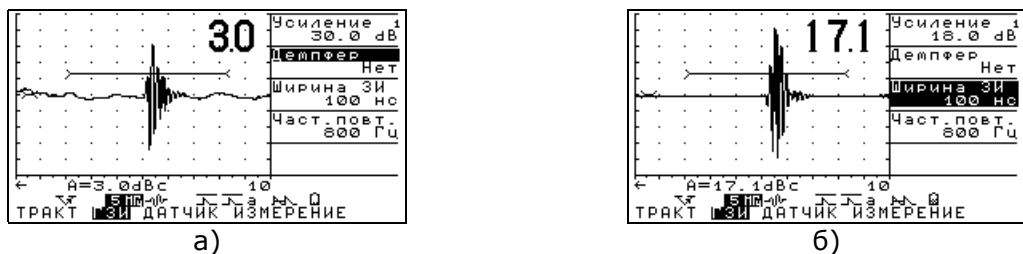


Рисунок 11. Возбуждение преобразователя П111-5-К6-В-002 импульсом длительностью 100 нс: а) без согласующей индуктивности; б) с согласующей индуктивностью 1.1 мкГн.

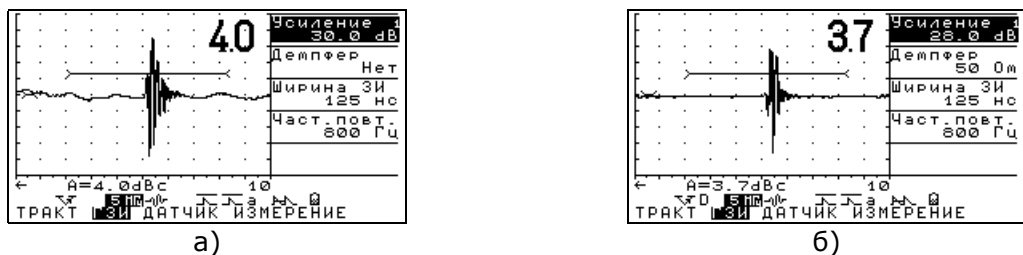


Рисунок 12. Возбуждение преобразователя П111-5-К6-В-002 импульсом длительностью 125 нс: а) без согласующей индуктивности; б) с согласующей индуктивностью 1.1 мкГн. и включенным демпфером 50 Ом

Из представленных рисунков наглядно видно, что для получения максимальной чувствительности наиболее оптимальным является возбуждение преобразователя импульсом длительностью 100 нс с использованием согласующей индуктивности (рис. 11б), а для получения максимальной разрешающей способности необходимо возбуждать преобразователь импульсом большей длительности, использовать согласующую индуктивность и демпфировать преобразователь активным сопротивлением (рис. 12 б). Цифровые значения на рисунках соответствуют амплитуде в децибелах относительно 1 В, а развертка по оси X соответствует 1 мкс/дел.

#### 5.11.4 Построение АРД диаграмм преобразователей

Для правильной оценки размеров дефектов по амплитуде эхо-сигналов, не зависимо от глубины, необходимо пользоваться АРД диаграммами преобразователей. Некоторые преобразователи поставляются без АРД диаграмм, а при проведении контроля возникает необходимость построения таких диаграмм или проверка АРД диаграмм преобразователей в процессе их эксплуатации. Используя возможности дефектоскопа по измерению глубины дефектов и измерению относительной амплитуды сигналов А, дБс, АРД диаграммы преобразователей могут быть построены достаточно просто. Для этого, необходимо выбрать опорный сигнал для измерения А, дБс (например донный эхо-сигнал от стандартного образца СОЗ, сигнал генератора амплитудой 1 В и частотой, равной основной частоте испытываемого преобразователя). Установить скорость УЗК равной скорости в используемых образцах или 2000 м/сек (в последнем случае при измерении расстояний, показания прибора будут соответствовать времени прихода сигнала от отражателя в микросекундах). Далее, используя образцы различной толщины и образцы с контрольными отражателями, расположенными на различной глубине, получают на экране эхо-сигналы от этих отражателей, устанавливая их амплитуду на уровне от 30 до 100% высоты экрана. С помощью регулировки положения первой зоны контроля, измеряют амплитуду и временное положение сигнала путем поочередного выбора режима измерения "А, дБс" и "S, мм" (режим измерения глубины должен быть настроен на измерение времени по максимуму сигнала в первой зоне контроля).

По полученным результатам измерений легко построить кривые зависимости амплитуды сигнала от глубины отражателя для различных типоразмеров отражателей и донного эхо-сигнала.

Аналогично может быть снята упрощенная АРД диаграмма только для донного эхо-сигнала. Испытуемый преобразователь устанавливается на образец заданной

толщины, измеряются амплитуды и временное положение многократно отраженных в образце сигналов. При этом необходимо учитывать потери при переотражении сигналов.

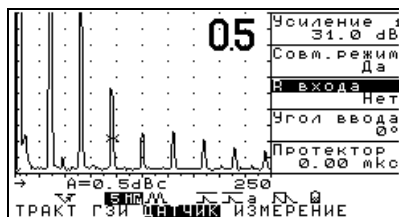


Рисунок 13. Вид экрана дефектоскопа при измерении амплитуды третьего переотраженного эхо импульса в образце из стали толщиной 30 мм.

### 5.12 Строка статуса дефектоскопа

Над списком групп функций на экране дефектоскопа располагается строка статуса, в которой находится информация о некоторых параметрах работы прибора:

- \* - включен режим "заморозки" сигнала;  
 - на экране сигнал, загруженный из настройки;
- Q - включен режим "а-Масштаб";
- W - включен совмещенный режим;
- FF - совмещенный режим выключен;
- D - включен режим демпфирования генератора;
- R - включен режим входного сопротивления усилителя 50 Ом;
- 10 МГц - максимальная рабочая частота 5 МГц, 2.5 МГц и 1.25 МГц (при отключенных аналоговом и цифровом фильтре, значение выводится в инверсной форме - 5 МГц);
- M - полный детектор;  
 - положительный детектор;  
 - отрицательный детектор;
- RF - радиосигнал;
- VR - включена ВРЧ;
- AB - режим определения дефекта в а-Зоне;
- BC - режим определения дефекта в б-Зоне;
- AB - режим АСД "а и б-Зона";  
 а - режим АСД "а-Зона";  
 б - режим АСД "б-Зона";  
 - режим АСД "а или б";
- APK - режим АСД "по APK";
- W - измерение толщины по фронту импульса в первой зоне;
- W - измерение толщины между фронтами импульсов в зонах;
- W - измерение толщины по максимуму сигнала в первой зоне;
- W - измерение толщины между максимумами в зонах.

## 6 Подключение внешних устройств

Дефектоскоп имеет разъем "RS232 АСД", предназначенный для подключения внешних устройств – компьютера и дополнительных регистрирующих систем, для построения на базе прибора автоматизированных комплексов контроля. К данному разъему допускается подключение только кабелей, изготовленных фирмой производителем, т.к. использование других кабелей может вывести прибор из работоспособного состояния. Гарантийные обязательства производителя на устранение таких неисправностей не распространяются!

## 7 Указание мер безопасности

Источником опасности при эксплуатации дефектоскопа согласно ГОСТ12.0.003-74 является повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

По способу защиты человека от поражения электрическим током дефектоскоп относится к классу 01 по ГОСТ 12.2.007.0-75.

При питании дефектоскопа от сетевого источника питания корпус дефектоскопа должен быть заземлен.

**П Р И М Е Ч А Н И Е :** При питании дефектоскопа от устанавливаемых в корпус батарей или при использовании автономных блоков питания с выходным напряжением 9-12В, в конструкции которых предусмотрено защитное заземление, корпус дефектоскопа допускается не заземлять.

Интенсивность ультразвука при работе с дефектоскопом в контактном варианте, т.е. в случае, когда оператор перемещает преобразователь вручную, не должна превышать 0.1 Вт/см в соответствии с ГОСТ 12.1.019-83.

Для полного обесточивания дефектоскопа после его выключения необходимо вынуть кабель блока питания из разъема питания и/или снять аккумуляторный отсек.

Устранение неисправностей дефектоскопа производится только после полного обесточивания дефектоскопа. Максимальное напряжение на элементах схемы дефектоскопа внутри корпуса дефектоскопа не превышает 200 В.

К работе с дефектоскопом допускаются лица, прошедшие инструктаж и аттестованные на II квалификационную группу по технике безопасности при работе с электро- и радиоизмерительными приборами, а также изучившие руководство по эксплуатации на дефектоскоп.

Если дефектоскоп находился в условиях, резко отличающихся от рабочих, подготовку дефектоскопа к измерениям следует начать после выдержки в нормальных условиях в течение 24 ч.

Перед включением дефектоскопа в сеть необходимо проверить исправность кабеля питания и соответствие напряжения сети 220В частотой 50 Гц. Питающая сеть обеспечивается защитой от замыкания на землю, которая устанавливается с действием на отключение.

## **8 Техническое обслуживание**

Техническое обслуживание дефектоскопа сводится к проведению профилактических работ с целью обеспечения нормальной работы дефектоскопа при его эксплуатации. Окружающая среда, в которой находится дефектоскоп, определяет частоту осмотра. Для проведения указанных ниже видов профилактических работ рекомендуются следующие сроки:

- визуальный осмотр - каждые 3 месяца;
- внешняя чистка - каждый месяц.

При визуальном осмотре внешнего состояния дефектоскопа рекомендуется проверять отсутствие сколов и трещин, четкость действия органов управления, крепление деталей и узлов на корпусе прибора. Пыль, находящуюся снаружи, устраняйте мягкой тряпкой или щеткой.

## **9 Комплект поставки**

Комплект поставки формируется индивидуально для каждого потребителя, согласовывается при заказе и может состоять из следующих компонентов:

- Электронный блок УД2В-П45 с руководством по эксплуатации;
- Блок питания сетевой 220В – 9В;
- Блок питания 220 В с зарядным устройством;
- Универсальное зарядное устройство;
- Комплект аккумуляторов 4 шт. NiMh, "С", 3500 мА/ч;
- Комплект аккумуляторов 4 шт. NiCd, "D", 4500 мА/ч;
- Комплект аккумуляторов 4 шт. NiMh, "D", 9000 мА/ч;
- Отсек "ВП-45С" для аккумуляторов размера "С";
- Отсек "ВП-45D" для аккумуляторов размера "D";
- Преобразователи;
- Кабели высокочастотные;
- Программное обеспечение для РС;
- Кабель ВП45-RS232PC для подключения прибора к ПК;
- Защитный чехол;
- Кейс для транспортирования и хранения.

## 10 Методические указания по поверке

Настоящие методические указания устанавливают методы и средства первичной и периодической поверки прибора.

Периодическая поверка проводится один раз в год.

### 10.1 Операции поверки

10.1.1 При проведении поверки должны выполняться операции поверки, указанные в таблице 4.

10.1.2 Поверка проводится организациями Госстандарта или уполномоченными им организациями.

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

Таблица 4

Наименование операции	Номера пунктов
Внешний осмотр	10.7.1
Опробование	10.7.2
Проверка диапазона рабочих частот приемника	10.7.3
Проверка максимальной чувствительности приемника	10.7.4
Проверка погрешности измерения амплитуды входных сигналов и погрешности регулировки усиления	10.7.5
Проверка предела относительной погрешности измерения временных интервалов	10.7.6
Проверка основных технических характеристик с поставляемыми преобразователями	10.7.7

### 10.2 Средства поверки

10.2.1 При проведении поверки должны применяться средства, указанные в таблице 5.

10.2.2 Средства поверки должны быть поверены в установленном порядке.

10.2.3 Допускается применение других вновь разработанных или находящихся в применении средств поверки, удовлетворяющих по точности требованиям настоящей методики.

### 10.3 Требования к квалификации поверителя

10.3.1 К проведению измерений при поверке и обработке результатов измерений допускают лиц, имеющих квалификацию государственного или ведомственного поверителя и изучившего устройство и принцип действия аппаратуры по эксплуатационной документации.

### 10.4 Требования безопасности при проведении поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены общие требования безопасности при работе с прибором и требования ГОСТ 12.3.019-80.

### 10.5 Условия поверки и подготовка к ней

При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура окружающей среды ( $20 \pm 5$ ) С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80%;
- напряжение питания 9 В или от входящего в комплект поставки блока питания от сети переменного тока 220 В при 50 Гц ;
- внешние электрические и магнитные поля должны находиться в пределах, не влияющих на работу прибора.

Таблица 5

Наименование средств измерения	Требуемые характеристики		Рекомендуемые средства	Примечание
	пределы измерений	погрешность измерений		
Осциллограф	Полоса пропускания 0-35 МГц Чувствительность 20 мВ/д; Развертка 0.01 мм/д	$\pm 6 \%$ $\pm 6 \%$	С1-65А, С1-127, С1-70, С1-99	
Генератор сигналов высокочастотный	Частота 1-10 МГц Амплитуда не менее 5 В	$\pm 1 \%$ $\pm 0,8$ дБ	ГЗ-112/1	Допускается применение любых моделей генераторов с диапазоном частот не менее 1-10 МГц, максимальной амплитудой сигналов не менее 5В, встроенным аттенюатором 0-70 дБ.
Частотомер электронно-счетный	Диапазон измеряемых частот от 10 Гц до 20 МГц	$\leq 0.01 \%$	ЧЗ-34, ЧЗ-63/1	
Аттенюатор	0-70 дБ (не менее)	$\pm 0,5$ дБ %	ДЛ1-12, установка для калибровки аттенюатора Д1-9	Допускается использование аттенюаторов, встроенных в генератор ГЗ-112/1 или аналогичные.
Стандартные образцы	ГОСТ 14782-86	-	СО1, СО2, СО3	Допускается применение образцов из набора КСО-2 ГОСТ 21397-81

### 10.6 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки дефектоскоп должен быть установлен и подготовлен к работе согласно требованиям его эксплуатационной документации.

### 10.7 Проведение поверки

#### 10.7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие дефектоскопа следующим требованиям:

- комплектность дефектоскопа и прилагаемой документации;
- отсутствие механических повреждений дефектоскопа и его составных частей;
- наличие маркировки дефектоскопа;
- наличие всех органов регулировки и коммутации.

#### 10.7.2 Опробование

10.7.2.1 Проверка исправности всех органов управления и индикации.

Подготовить дефектоскоп к работе в соответствии с п. 4 "Подготовка дефектоскопа к работе, включение". Установить параметры настройки в соответствии Приложением 1. К дефектоскопу подключить один из входящих в комплект поставки преобразователей. Преобразователь устанавливается на стандартный образец. В качестве стандартного образца используется один из образцов СО1,СО2,СО3 - в зависимости от используемого преобразователя или один из стандартных образцов из набора КСО-2. В качестве контактной смазки можно использовать глицерин, Литол-24 и др. Выбором групп функций и их значений проверяется работоспособность клавиатуры, работоспособность светодиодных и звукового индикаторов АСД, регулировка контрастности и яркости подсветки экрана, отображение сигналов от одного или нескольких отражателей образца. Критерием работоспособности дефектоскопа является исправность всех клавиш управления и индикаторов.

10.7.2.2 Проверка энергонезависимой памяти режимов настройки и результатов контроля.

Проверка функционирования энергонезависимой памяти режимов настройки и результатов контроля производится путем записи в память и чтения из памяти режимов настройки и результатов контроля в соответствии с руководством по эксплуатации. После проведения указанной проверки производится выключение дефектоскопа и, после повторного включения, вновь проверяется содержимое ячеек памяти режимов настройки и результатов контроля.

#### 10.7.2.3 Проверка амплитуды импульса возбуждения

Подготовить дефектоскоп к работе в соответствии с п. 4 РЭ и установить параметры настройки в соответствии с Приложением 1. Выбрать в группу параметров "ТРАКТ" и установить параметр "Частота" 5 МГц. Подключить к выходу генератора импульсов возбуждения дефектоскопа эквивалентную нагрузку, состоящую из последовательно включенных конденсатора емкостью от 1000 до 3000 пф. и резистора от 51 до 75 Ом и, с помощью осциллографа, измерить амплитуду отрицательной (первой) полуволны импульса возбуждения. При включенном параметре "Демпфер" в группе функций ГЗИ внешнюю нагрузку можно не использовать.

10.7.2.4 Проверка длительности переднего фронта и длительности первой полуволны импульса возбуждения

После выполнения пункта 10.7.2.3 произвести с помощью осциллографа измерение длительности переднего фронта и длительности отрицательной (первой) полуволны импульса возбуждения на эквивалентной нагрузке.

#### 10.7.2.5 Проверка частоты следования импульсов возбуждения

После выполнения пункта 10.7.2.4 подключить вместо осциллографа частотомер и произвести измерение частоты следования импульсов возбуждения. С помощью клавиатуры выбрать группу функций "ГЗИ" (п.5.3 РЭ) и произвести измерение частоты повторения импульсов возбуждения с помощью функции "Част.повт." Значения частоты повторения импульсов возбуждения, измеренные с помощью частотомера и встроенной функции не должны отличаться более чем на  $\pm 1.0$  Гц.

### 10.7.3 Проверка диапазона рабочих частот приемника.

Подготовить дефектоскоп к работе в соответствии с п. 4 РЭ и установить параметры настройки в соответствии с Приложением 1. Подключить к входу приемника дефектоскопа генератор высокочастотных сигналов, установить на выходе генератора частоту 5.0 МГц и амплитуду сигнала 1 В. Установить усиление соответствующее высоте сигнала на экране равной 100%. Если показания "A,dBc" отличаются от "0" больше чем на 0.2 дБ произвести корректировку - установить "Опорная A,dBc" в дополнительном меню равной значению усиления в дБ. (п.5.3).

Произвести измерение амплитуды сигналов на частотах 0.9 МГц и 10.2 МГц. Полученные значения не должны быть меньше минус 3 ( $\pm 1$ ) дБ.

### 10.7.4 Проверка максимальной чувствительности приемника.

Подготовить дефектоскоп к работе в соответствии с п. 4 РЭ и установить параметры настройки в соответствии с Приложением 1. Выполнить п.10.7.3, если он еще не выполнялся. Установить усиление 100 дБ. Выбрать группу функций "ТРАКТ" и установить параметр "Частота" 5 МГц, выбрать наиболее узкий цифровой фильтр. Отключить генератор высокочастотных сигналов от входа приемника дефектоскопа и записать показание цифрового индикатора, соответствующее амплитуде собственных шумов приемника приведенных к входу, которая должна быть более минус 88 дБ или должна быть равной "0". Подключить генератор к входу приемника через аттенюатор с затуханием 60 дБ (установить встроенный аттенюатор в положение 60 дБ), установить частоту выходного сигнала генератора 5.0 МГц и амплитуду сигнала, соответствующую показаниям цифрового индикатора дефектоскопа, превышающую на 6 дБ показания до подключения генератора, или минус 90 дБ, если показания до подключения генератора были равны "0". С помощью осциллографа измерить амплитуду выходного сигнала генератора на входе приемника при отключенном аттенюаторе или положении встроенного генератора "0" дБ. Рассчитать максимальную чувствительность по формуле  $A_{max}=A/1000$ , где A - амплитуда сигнала на выходе генератора. Полученное значение не должно превышать 80 мкВ.



### 10.7.5 Поверка погрешности измерения амплитуды входных сигналов и погрешности регулировки усиления

Подготовить дефектоскоп к работе в соответствии с п. 4 РЭ и установить параметры настройки в соответствии с Приложением 1. Выполнить п.10.7.3, если он еще не выполнялся. Установить усиление 30дБ. Выбрать группу функций "ТРАКТ" и установить параметр "Частота" 5 МГц, выбрать наиболее узкую полосу частот с помощью цифрового фильтра. Подключить к входу приемного тракта генератор высокочастотных сигналов и установить частоту 5 МГц. Установить аттенюатор генератора в положение "0" дБ. Установить значение параметра "Опорная А,дБс" в дополнительном меню 30 дБ. Плавной регулировкой выходного напряжения генератора установить показания цифрового индикатора дефектоскопа равными  $0 \pm 0.1$  дБ. Ввести ослабление аттенюатора генератора 20 дБ. Уровень сигнала на экране дефектоскопа должен составить около 10% высоты экрана, а цифровые показания должны соответствовать введенному затуханию аттенюатора  $20 \pm 1$  дБ. Увеличивая усиление через 1 дБ от 0 до 20 дБ записать все показания уровня сигналов "А,дБс". Вычислить среднее значение  $A_{ср} = (A_{max} - A_{min})/2$ , и вычислить максимальное отклонение от среднего значения. Указанная величина соответствует максимальной погрешности измерения амплитуд сигнала в пределах от 10 до 100 % высоты экрана и не должна превышать  $\pm 1$  дБ.

Установить затухание аттенюатора в положение "0". Установить значение усиления приемного тракта усилителя 10 дБ. Показания "А,дБс" на экране дефектоскопа должны соответствовать значению затухания аттенюатора. Увеличивая ступенями по 1 дБ усиление приемного тракта от 10 до 100 дБ, и увеличивая затухание аттенюатора ступенями по 10 дБ от 0 до 70 дБ так, чтобы уровень сигнала на экране дефектоскопа находился в пределах от 30 до 100% высоты экрана, определить максимальное отклонение показаний "А,дБс" от значения установленного затухания аттенюатора. Для всех значений усиления приемного тракта максимальное отклонение не должно превышать  $\pm 2$  дБ.

### 10.7.6 Поверка предела относительной погрешности измерения временных интервалов

Подготовить дефектоскоп к работе в соответствии с п. 4 РЭ, войти в дополнительное меню и выбрать режим «Осн. Частота». При этом дефектоскоп перейдет в специальный режим работы, предусмотренный только для данной операции. На выход разъема генератора импульсов возбуждения будут поступать импульсы частотой, значение которой отображается в цифровом виде на экране дефектоскопа. Данная частота  $F_d(\text{кГц}) = F_o(\text{МГц}) \times 1000$ , где  $F_o(\text{МГц})$  – опорная частота для измерения временных интервалов при определении глубины залегания дефектов, толщины, при формировании временных характеристик зон контроля, развертки, ВРЧ, частоты следования импульсов возбуждения и др.

Произведя измерение указанной частоты ( $F_i$ ) на выходном разъеме генератора импульсов возбуждения с помощью частотомера и сравнив ее с отображаемой на экране дефектоскопа, определяют дискретность и погрешность измерения временных интервалов и погрешность при установке временных и частотных характеристик дефектоскопа по следующим формулам:

- определяют относительное отклонение опорной частоты:

$$\delta_o = (F_d - F_i) / F_d;$$

- дискретность измерения временных интервалов в режиме измерения толщины и глубины:

$$\Delta T = (0.5 / F_o) \text{ мкс.}, \text{ где } F_o(\text{МГц}) = F_d(\text{Гц}) / 1000;$$

- предел относительной погрешности измерения временных интервалов в режиме измерения толщины и глубины:

$$\delta = \pm (\delta_o + \Delta T / T) \times 100 \%,$$

где  $T$  - измеряемый временной интервал в мкс;

Через одну минуту дефектоскоп перейдет в обычный режим работы.

### **10.7.7 Поверка основных технических характеристик с поставляемыми преобразователями**

Поверка основных технических характеристик с поставляемыми преобразователями осуществляется в соответствии с эксплуатационной документацией на преобразователи или требованиями ГОСТ 26266-90 и ГОСТ 23702-90, с использованием дефектоскопа УД2В-П45. При этом необходимо руководствоваться рекомендациями, изложенными в п. 5.11 РЭ дефектоскопа.

### **10.8 Оформление результатов поверки**

10.8.1 Результаты поверки должны заноситься в протокол, форма которого приведена в Приложении 2.

10.8.2 Приборы, прошедшие поверку с отрицательным результатом, до проведения ремонта и повторной поверки к применению не допускаются.

### **11 Гарантийные обязательства и сведения о рекламациях**

Изготовитель гарантирует соответствие дефектоскопа требованиям технических условий ТУ 7610-001-07504206-98, при соблюдении условий эксплуатации, транспортирования и хранения.

Гарантийный срок хранения - 6 месяцев с момента изготовления дефектоскопа.

Гарантийный срок эксплуатации дефектоскопа 18 месяцев со дня ввода его в эксплуатацию.

В случае обнаружения неисправностей в дефектоскопе, в период гарантийного срока, потребителем должен быть составлен акт о необходимости устранения неисправности прибора. Один экземпляр акта направляется директору ООО «НВП КРОПУС» по адресу: 142400, Московская обл., г.Ногинск, ул. М.Буньковская ,22

### **12 Транспортирование и хранение**

Транспортирование и хранение дефектоскопа осуществляют упакованным в специальную сумку или кейс, входящий в комплект поставки.

Транспортирование дефектоскопа может осуществляться любым видом транспорта, предохраняющим дефектоскопы от непосредственного воздействия осадков, при температуре окружающей среды от минус 25 до +55°С (ГОСТ 12997 п. 2.24). При транспортировании допускается дополнительная упаковка сумки с дефектоскопом в полиэтиленовый мешок, картонную коробку или ящик, предохраняющие сумку от внешнего загрязнения и повреждения.

Дефектоскоп должен храниться упакованным в сумку или специальный кейс.

Дефектоскопы не подлежат формированию в транспортные пакеты.

### **13 Свидетельство о выпуске**

Дефектоскоп ультразвуковой УД2В-П45, заводской номер \_\_\_\_\_ соответствует техническим условиям ТУ 7610-001-07504206-98 и признан годным к эксплуатации.

Дата выпуска " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

Настройка дефектоскопа для поверки

Группы функций	Функции	Значение функции для поверки дефектоскопа
	Усиление	37
ОСНОВНЫЕ	Скорость УЗК	2000
	Развертка	250
	Задержка	-0.500
	Отсечка, %	0
а-ЗОНА	а-Порог, %	5
	а-Начало	25
	а-Ширина	150
	Режим	±
б-ЗОНА	б-Порог, %	10
	б-Начало	100
	б-Ширина	50
	Режим	Нет
АСД	Опр. дефекта	а -Зона
	Звук	Нет
	Свет	Да
ВРЧ	Точек	0
	Положение	
	Усиление	
	Включить	Нет
ТРАКТ	Частота	10 МГц
	Ан. фильтр	Выкл.
	Циф. фильтр	0.5-16.0
	Детектор	Радиосигнал
ГЗИ	Демпфер	Нет
	Ширина ЗИ	175 нс
	Част. повт.	---
ДАТЧИК	Совм. режим	Нет
	R входа	50
	Угол ввода	0
	Протектор	0.00
ИЗМЕРЕНИЕ	Величина	A, dBc
	Время	по фронту
	Импульс	0 → а-Зона
	Образец	---
ЭКРАН	Контраст	---
	Подсветка	---
	а-Масштаб	Нет
	График ВРЧ	Нет

Настройка дефектоскопа для поверки

Дополнительное меню (справочно)	
Режим контроля	Эхо
Заполнение	Нет
Сетка	Да
Цифры	Да
Частота посылок	Максимум
Опорная А, dBc	37.0
Амплитуда АРК, %	80
Скорость 1	5950
Скорость 2	3260
Скорость 3	2780
Скорость 4	2000
Развертка 1	50
Развертка 2	100
Развертка 3	250
Развертка 4	500
Осн. частота	20 000 Гц

## ПРОТОКОЛ № поверки дефектоскопа

Марка дефектоскопа \_\_\_\_\_

Заводской номер \_\_\_\_\_

Дата выпуска \_\_\_\_\_

Дата предыдущей поверки \_\_\_\_\_

1. Внешний осмотр \_\_\_\_\_

2. Опробование \_\_\_\_\_

3. Определение основных метрологических параметров.

Наименование параметра	Номинальное значение	Измеренное значение (отклонение)
Максимальная чувствительность приемника, мкВ	80 ( $\pm 3$ )	
Погрешность измерения входных сигналов в диапазоне от 10 до 100% высоты экрана, дБ	$\pm 1$	
Погрешность регулировки усиления в диапазоне от 10 до 110 дБ, дБ	$\pm 2$	
Относительное отклонение опорной частоты при измерении временных характеристик	0,0001	

Поверка проведена согласно п.10 Руководства по эксплуатации.

Следующие преобразователи проходили поверку с данным дефектоскопом:

\_\_\_\_\_

Заключение поверителя \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Поверитель \_\_\_\_\_

Дата поверки \_\_\_\_\_