

СОГЛАСОВАНО

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



*[Handwritten signature]*

А.Н. Щипунов

2023 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**  
**Установки ультразвукового контроля железнодорожных колес**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МП 651-23-016**

р.п. Менделеево  
2023 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	4
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ .....	4
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ	
ПОВЕРКИ .....	4
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ	
ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....	5
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	5
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	6
КОНТРОЛЬ ОБОДА ЭХО-МЕТОДОМ С ПОВЕРХНОСТИ КАТАНИЯ	
ПРОДОЛЬНЫМИ ВОЛНАМИ В РАДИАЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ .....	6
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	7
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И	
ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ	
ТРЕБОВАНИЯМ .....	8
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....	12

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок установок ультразвукового контроля железнодорожных колес (далее по тексту – установки), изготовленных акционерным обществом «ВИМАТЕК» (АО «ВИМАТЕК»), 194223, г. Санкт-Петербург, вн.тер.г. муниципальный округ Светлановское, ул. Курчатова, д. 9 стр. 2, помещ. 435.

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений отношения амплитуд сигналов на входе приемника установки в зоне контроля относительно порогового уровня, дБ	от 0 до 18
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений отношения амплитуд сигналов на входе приемника установки в зоне контроля относительно порогового уровня, дБ: – в диапазоне от 0 до 11 дБ включ. – в диапазоне свыше 11 до 18 дБ	$\pm 1$ $\pm 2$
Диапазон измерений глубины залегания дефектов в стальном изделии, мм	от 5 до 187
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефектов в стальном изделии, мм	$\pm (1,5+0,01 \cdot H)$ , где H – измеряемая глубина, мм

1.2 По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к государственным первичным эталонам:

- единицы длины – метра ГЭТ 2-2021;
- единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц ГЭТ 193-2011.

Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении первичной (в том числе после ремонта) и периодической поверок должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции первичной и периодической поверок

Наименование операций	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование	8	да	да
3 Проверка программного обеспечения (далее – по) средства измерений	9	да	да
3 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	-	-
3.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника установки в зоне контроля относительно опорного уровня	10.1	да	да
3.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефекта в стальном изделии	10.2	да	да

2.2 Поверка установок осуществляется аккредитованными в установленном порядке юридическими лицами и индивидуальные предприниматели.

2.3 Поверка установки прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, приведенных в таблице 1, а установку признают не прошедшей поверку.

2.4 Не допускается проведение поверки для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

## 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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

## 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

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

## 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуемые средства поверки указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8, 10.2	Средства измерений с диапазоном глубины залегания МД от 5 до 190,5 мм, с пределами допускаемой абсолютной погрешности глубины залегания МД $\pm 0,11$ мм	Меры неразрушающего контроля ВМТ УЗК-КЛ-01 (далее – меры ВМТ УЗК-КЛ-01), рег. № 88782-23
п. 10.1	Средства измерений с диапазоном частот выходного сигнала от 1 мкГц до 30 МГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала $\pm(1 \cdot 10^{-6} \cdot F + 15 \cdot 10^{-12})$ , где F - установленное значение частоты сигнала, Гц. Диапазоном размаха выходного напряжения при нагрузке 50 Ом от 0,001 до 10 В, с пределами допускаемой абсолютной погрешности установки размаха выходного напряжения синусоидальной формы на частоте 1 кГц $\pm(0,01 \cdot U + 0,001)$ В, где U - установленное значение выходного напряжения	Генератор сигналов произвольной формы 33521В, (далее – генератор), рег. № 72915-18
п. 10.1	Средства измерений с диапазоном частот от 0 до 18 ГГц, диапазоном значений ослаблений от 0 до 11 дБ, с шагом ослабления 1 дБ, с пределами допускаемой погрешности установки ослабления от $\pm 0,3$ до $\pm 0,5$ дБ (для диапазона частот от 0 до 12,4 ГГц); Средства измерений с диапазоном частот от 0 до 18 ГГц, с диапазоном значений ослаблений от 0 до 110 дБ, с шагом ослабления 10 дБ, с пределами допускаемой погрешности установки ослабления от $\pm 0,5$ до $\pm 3,3$ дБ (для диапазона частот от 0 до 12,4 ГГц)	Аттенюатор ступенчатый ручной 8494В (далее – аттенюатор), рег. № 60237-15;  Аттенюатор ступенчатый ручной 8496 В, рег. № 81636-21

5.2 Средства поверки должны быть поверены или аттестованы в установленном порядке.

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

## 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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

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

## 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие установки

следующим требованиям:

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

7.2 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если установка соответствует требованиям, приведенным в п. 7.1.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Если установка и средства поверки до начала измерений находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в разделе 3, то их выдерживают при этих условиях не менее часа.

8.2 Подготовить установку и средства поверки к работе в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

8.3 Запустить программное обеспечение (далее – ПО) установки.

8.4 Провести контроль меры ВМТ УЗК-КЛ-01. Установка в автоматизированном режиме осуществит контроль по всем схемам контроля, представленным в таблице 3. По завершению данного процесса на экране отобразятся результаты выявления моделей дефектов меры ВМТ УЗК-КЛ-01, а также будет сформирован протокол с результатами измерений.

Таблица 4 – Реализуемые схемы УЗК

Обозначение схемы контроля	Описание
D1	контроль обода эхо-методом с поверхности катания продольными волнами в радиальном направлении
D2a	контроль обода эхо-методом с внутренней боковой поверхности (с боковой поверхности обода с внутренней стороны колеса) продольными волнами в осевом направлении
F	контроль гребня эхо-методом с внутренней боковой поверхности (с боковой поверхности обода с внутренней стороны колеса) поперечными волнами в радиальном направлении
Wa	контроль диска эхо-методом с внутренней боковой поверхности (с поверхности диска с внутренней стороны колеса) продольными волнами в направлении, перпендикулярном поверхности ввода ультразвука
Wc	контроль диска эхо-методом с внешней боковой поверхности (с поверхности диска с внешней стороны колеса) продольными волнами в направлении, перпендикулярном поверхности ввода ультразвука
Ha	контроль ступицы эхо-методом с торцевой поверхности с внутренней стороны колеса продольными волнами в осевом направлении
Hc	контроль ступицы эхо-методом с торцевой поверхности с внешней стороны колеса продольными волнами в осевом направлении

8.5 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если были выявлены все модели дефектов меры ВМТ УЗК-КЛ-01 в соответствии с рисунком 1 по следующим схемам контроля:

- схема контроля D1 - модели дефектов: U1, U2, U3, U4, U5, U12, U13, U14, U15, U16, U18;
- схема контроля D2a - модели дефектов: U6, U7, U8, U9, U10, U11, U17;
- схема контроля F - модель дефекта R4;
- схема контроля Wa - модели дефектов: S1, S2, S3, S4, S5, S6;
- схема контроля Wc - модели дефектов: S7, S8, S9, S10, S11, S12;
- схема контроля Ha - модели дефектов: N1, N2, N3, N4, N5, N6;
- схема контроля Hc - модели дефектов: N7, N8, N9, N10, N11, N12, N13.



Рисунок 1 – Результат контроля меры ВМТ УЗК-КЛ-01 с обозначением всех моделей дефектов

## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

9.2 В появившемся окне прочитать идентификационное наименование и номер версии ПО.

9.3 В верхнем левом углу ПО «ROCO» прочитать идентификационное наименование и номер версии ПО.

9.4 Проверить идентификационные данные ПО на соответствие значениям, приведенным в таблице 5.

Таблица 5 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	Идентификационное наименование ПО	AURAWIS
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже v.2.1.0.1	не ниже 1.1.67
Цифровой идентификатор ПО	-	-

9.5 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 5.

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

### 10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника установки в зоне контроля относительно опорного уровня

10.1.1 В окне ПО AURAWIS зайти в меню «Настройки», далее «Контроль скор. звука в воде» (рисунок 2). Правой кнопкой мыши в окне «Настройка ультразвука и калибровка» вызвать меню «Настройка предварительной проверки» (рисунок 3), далее нажать кнопку «Настроить». В появившемся окне «Программирование элемента цикла -001» установить параметры в соответствии с рисунком 4. Затем правой кнопкой мыши в окне «Настройка ультразвука и калибровка» вызвать меню «Свойства А-скана» и установить параметры, приведенные на рисунке 5.

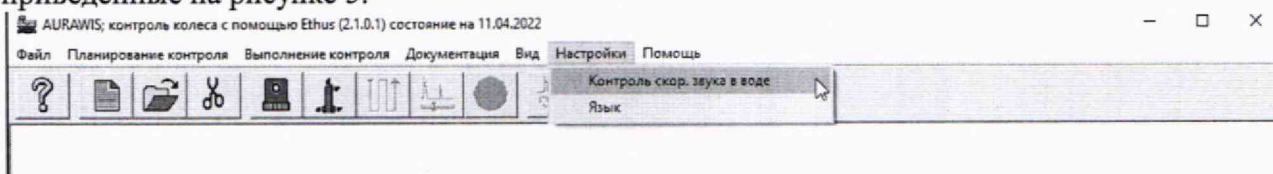


Рисунок 2 – Меню «Настройки» ПО AURAWIS

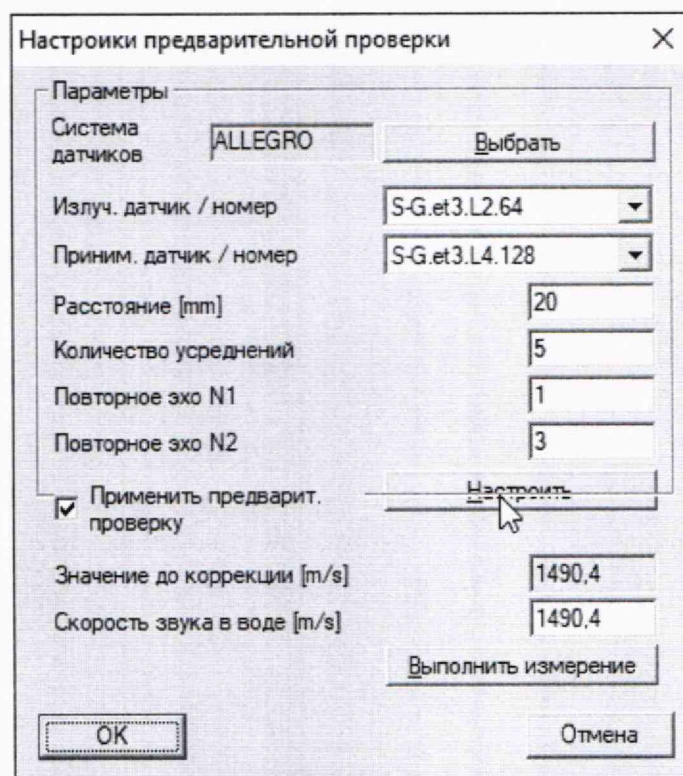


Рисунок 3 – Меню «Настройка предварительной проверки»



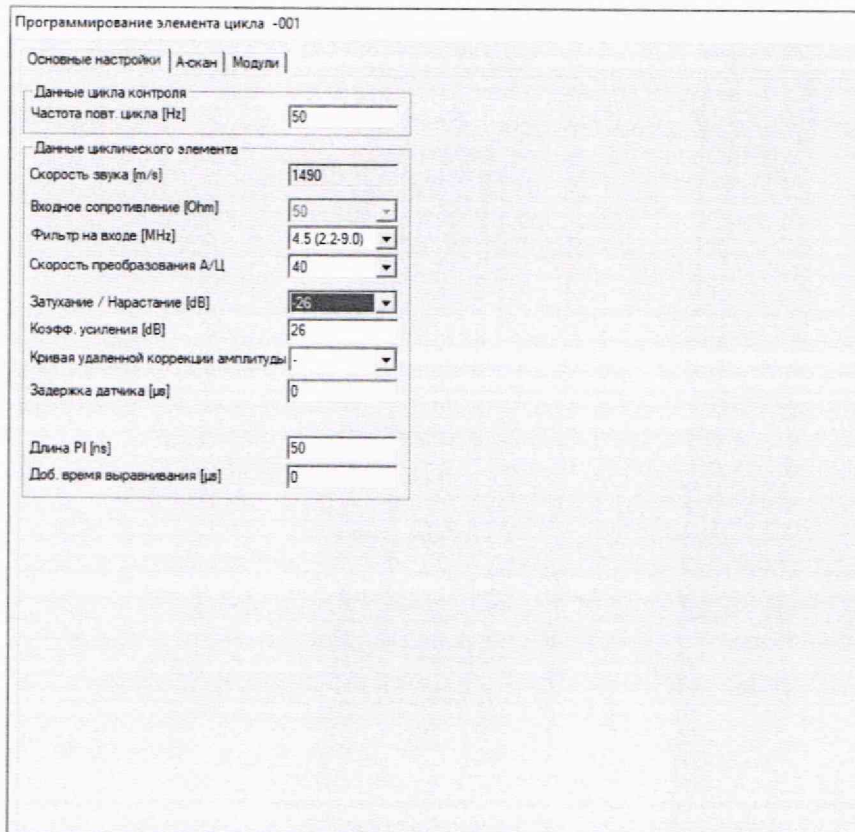


Рисунок 4 – Требуемые параметры настройки окна «Программирование элемента цикла-001»

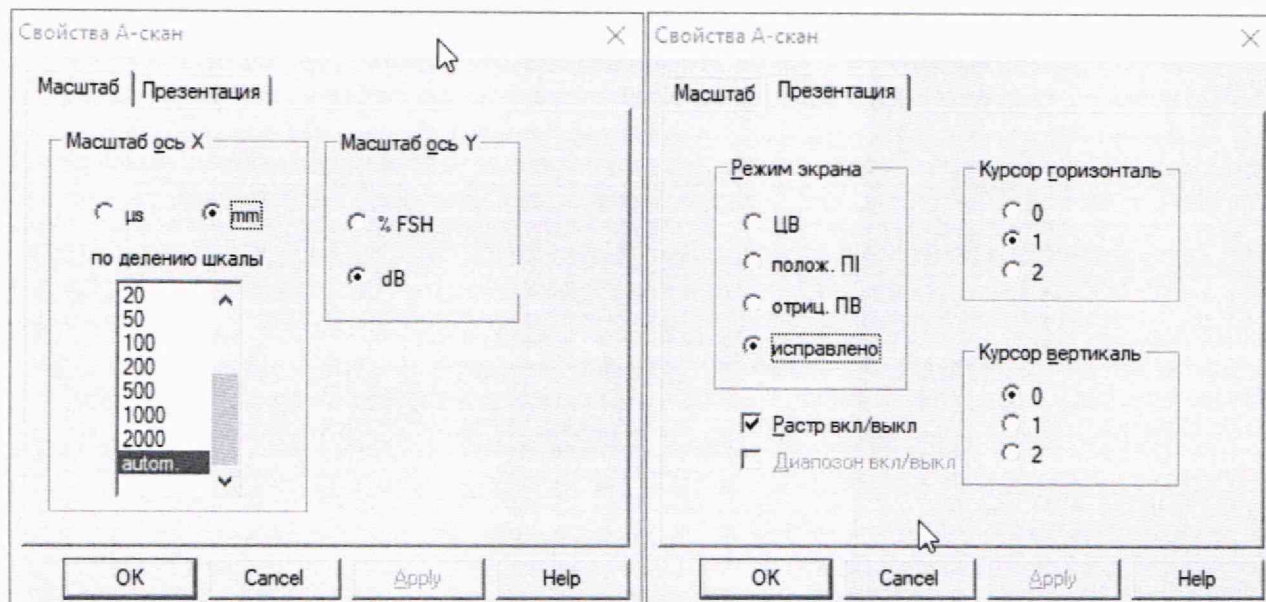


Рисунок 5 – Требуемые параметры настройки меню «Свойства А-скана»

10.1.2 Собрать схему, приведенную на рисунке 6. Для подключения генератора использовать разъем (TNC-штекер), представленный на рисунке 7.



Рисунок 6 – Схема подключения при определении диапазона и абсолютной погрешности измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника установки

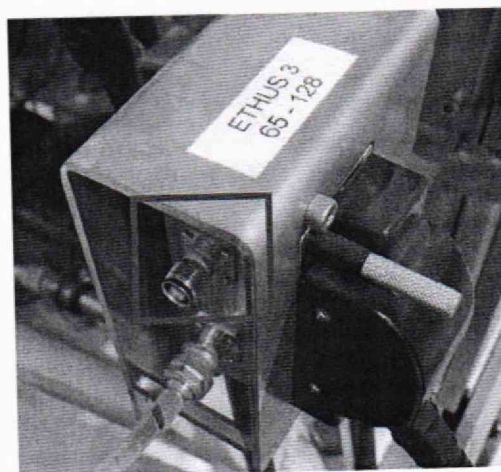


Рисунок 7 – Разъем для подключения генератора (TNC-штекер)

10.1.3 Установить настройки генератора: режим генерации гармонических колебаний, частота 4,5 МГц, амплитуда 600 мВ.

10.1.4 Плавно меняя настройку амплитуды сигнала на генераторе, установить такое значение амплитуды, отображаемое на экране установки, чтобы оно составляло 100 % вертикальной шкалы отображаемого А-скана.

10.1.5 Установить ослабление на аттенюаторе 0 дБ и измерить амплитуду,  $D_0$ , мм, сигнала при помощи горизонтального курсора (рисунок 8).

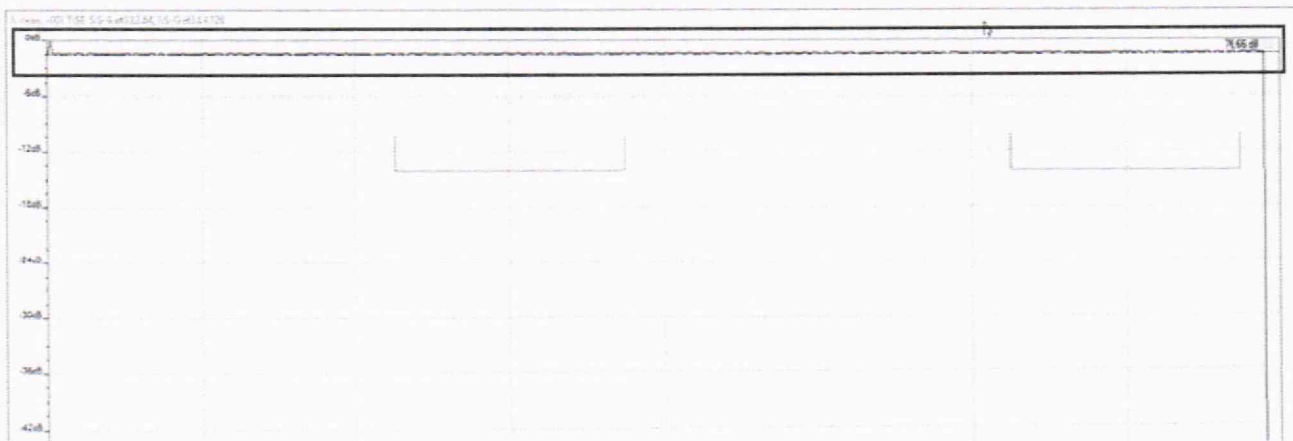


Рисунок 8 – Положение горизонтального курсора на А-скане

10.1.6 Повторить процедуру п. 10.1.5 для значений 2, 4, 11, 12, 16 и 18 дБ,  $D_i$ , мм.

10.1.7 Рассчитать абсолютную погрешность измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника установки по формуле (1):

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

где  $D_0$  – значение, зафиксированное при ослаблении 0 дБ в пункте 10.1.5, дБ;

$D_i$  – значение ослабления, установленное на аттенуаторе, дБ;

$D_{\text{изм}i}$  – значение, зафиксированное на установке при установленном  $i$ -м ослаблении, дБ;

$i$  – номер текущего измерения.

10.1.8 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений отношения амплитуд сигналов на входе приёмника установки в зоне контроля относительно порогового уровня в диапазоне от 0 до 11 дБ находятся в пределах  $\pm 1$  дБ, а в диапазоне свыше 11 до 18 дБ находится в пределах  $\pm 2$  дБ.

## 10.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефекта в стальном изделии

10.2.1 Взять из протокола с результатами измерений, полученного в разделе 8, значения глубин залеганий следующих моделей дефектов меры ВМТ УЗК-КЛ-01: S3, S6, S9, S12, N1, N4, N8, N11, U6, U7, U8.

10.2.2 Вычислить абсолютную погрешность измерений глубины залегания каждой модели дефекта по формуле (2):

$$\Delta X = X_{\text{изм}i} - X_0, \quad (2)$$

где  $\Delta X$  – абсолютная погрешность измерений глубины залегания дефекта, мм;

$X_{\text{изм}i}$  – измеренная установкой глубина залегания модели дефекта меры ВМТ УЗК-КЛ-01, мм;

$X_0$  – действительное значение глубины залегания модели дефекта меры ВМТ УЗК-КЛ-01, указанное в протоколе поверки меры ВМТ УЗК-КЛ-01, мм;

$i$  – номер текущего измерения.

10.2.3 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если диапазон измерений глубины залегания дефекта в стальном изделии составляет от 5 до 187 мм и значения абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефекта в стальном изделии находятся в пределах, вычисленных из выражения  $\pm(1,5 + 0,01 \cdot N)$ , где  $N$  – измеренное значение глубины залегания дефекта, мм.

## 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Установка признается годной, если в ходе поверки все результаты процедур поверки положительные.

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

11.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца установки или лица, предъявившего её на поверку, выдается свидетельство о поверке.


11.4 Установка, имеющая отрицательные результаты поверки в обращение не допускается и на неё выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

И.о. начальника НИО-10 ФГУП «ВНИИФТРИ»



М.С. Шкуркин

Начальник 103 отдела ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.В. Стрельцов

Инженер 1 категории 103 отдела ФГУП «ВНИИФТРИ»



П.С. Мальцев