



Настоящая методика составлена с учетом требований Приказа Минпромторга России № 1815 от 02.07.15, РМГ 51-2002, ГОСТ 22261-94 и устанавливает методику первичной, периодической и внеочередной поверки комплексов измерительно-вычислительных «АСТРОН» (далее ИВК), а также объём, условия поверки и подготовку к ней.

ИВК предназначены для измерения временных интервалов между импульсами упругих волн, распространяющимися в материале исследуемого объекта, и отношения размахов импульсов.

Область применения ИВК «АСТРОН» - исследование структурных особенностей конструкционных материалов технических объектов, оценка физико-механических характеристик и напряженно – деформированного состояния материала деталей машин и элементов конструкций в газовой и нефтяной промышленности, нефтехимии, машиностроении, в атомной энергетике, коммунальном хозяйстве и других отраслях.

Первичную поверку ИВК проводят при выпуске из производства и после ремонта. Первичной поверке подлежит каждый экземпляр ИВК.

Периодической поверке подлежат ИВК, находящиеся в эксплуатации или на хранении по истечении межповерочного интервала.

Внеочередную поверку производят при эксплуатации ИВК в случае повреждения знака поверки и в случае утраты формуляра, свидетельства о поверки

Интервал между поверками - 1 год.

## 1. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.

1.1 Выполняемые при поверке операции, а также применяемые при этом средства поверки указаны в таблицах 1 и 2 соответственно.

Последовательность операций проведения поверки обязательна.

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения поверки	
		При первичной поверке	При периодической (внеочередной) поверке
1 Внешний осмотр	5.1	Да	Да
2 Опробование	5.2	Да	Да
3 Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО)	5.3	Да	Да
4 Определение метрологических характеристик	5.4	Да	Да
4.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения временных интервалов между отраженными импульсами, диапазона измерения размахов импульсов и относительной погрешности измерения отношения размахов импульсов	5.4.1	Да	Да

ИВ. № подл.	Подп. и дата	ИВ. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
-------------	--------------	-------------	--------------	--------------

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

НЛСГ.411731.002.РЭ1

Лист

2

Таблица 2 - Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; метрологические и основные технические характеристики средства поверки
5.2	Преобразователь ультразвуковой пьезоэлектрический П111 - 5,0 – Ø8 S серии "Авгур", частота эффективная (5±0,4) МГц, полоса пропускания не менее 1,0 МГц. Образцовая ультразвуковая мера КМТ176М-1 40X13, 30 мм, пределы допускаемой основной относительной погрешности от ±4,5·10 <sup>-4</sup> до ±1,5·10 <sup>-2</sup> .
5.4	Осциллограф-мультиметр Fluke 199С диапазон измерения временных интервалов 100 мкс, абсолютная погрешность определения временных интервалов ±1 нс, диапазон измерения отношений размахов от 0,5 до 20, относительная погрешность определения отношений размахов ±2 %. Преобразователь ультразвуковой пьезоэлектрический П111 - 5,0 – Ø8 S серии "Авгур", частота эффективная (5±0,4) МГц, полоса пропускания не менее 1,0 МГц. Образцовые ультразвуковые меры КМТ176М-1 40X13, 5 мм, 10 мм, 15 мм, 30 мм, 75 мм, пределы допускаемой основной относительной погрешности от ±4,5·10 <sup>-4</sup> до ±1,5·10 <sup>-2</sup> .
<p><b>Примечания</b></p> <p>1 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых ИВК с требуемой точностью.</p> <p>2 Средства поверки должны быть поверены и иметь действующий знак поверки.</p>	

## 2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, установленные ГОСТ 12.2.091-2012, ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.2.007.3-75, «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», требования разделов «Указания мер безопасности» инструкций по эксплуатации применяемых средств поверки и эксплуатационной документации на ИВК.

2.2 К работе по поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на ИВК, руководства по эксплуатации средств измерений, применяемых при поверке, а также прошедшие местный инструктаж по безопасности труда.

## 3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

### 3.1 Поверка ИВК выполняется в следующих климатических условиях:

- температура окружающего воздуха, °С..... 20±5;
- относительная влажность окружающего воздуха, %..... от 50 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)..... от 96 до 104 (от 720 до 780);
- напряжение питающей сети, В..... 230±4,6;
- частота питающей сети, Гц..... 50±1.

### 3.2 Пользователем ИВК должны быть представлены следующие документы:

- руководство по эксплуатации НЛСГ.411731.002РЭ;
- формуляр НЛСГ.411731.002ФО;
- свидетельство о предыдущей поверке ИВК (при наличии, при периодической поверке).

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

НЛСГ.411731.002.РЭ1

Лист

3

#### 4. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

Проведение поверки должен выполнять персонал, аттестованный в установленном порядке и прошедший инструктаж по технике безопасности и освоивший работу с ИВК в объеме руководства по эксплуатации НЛСГ.411731.002РЭ.

#### 5. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

##### 5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого ИВК следующим требованиям:

5.1.1 Комплектность должна соответствовать указанной в эксплуатационной документации.

5.1.2 На корпусах и разъемах компонентов ИВК не должно быть механических повреждений, препятствующих их применению, или ухудшающих их внешний вид.

5.1.3 Надписи на табличках должны быть четкими и соответствовать требованиям эксплуатационных документов.

5.1.4 Все средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке или знаки поверки.

##### 5.2 Опробование

5.2.1 Опробование ИВК «АСТРОН» перед началом проведения измерений осуществляют в следующей последовательности.

5.2.2 Подключают измерительный модуль к процессорному модулю.

5.2.3 Включают питание ИВК.

5.2.4 Запускают программу «ASTRON».

5.2.5 Для проверки работоспособности ИВК устанавливают пьезопреобразователь на образце. ультразвуковую меру КМТ176М-1 40X13, 30 мм с предварительно нанесенной контактной жидкостью.

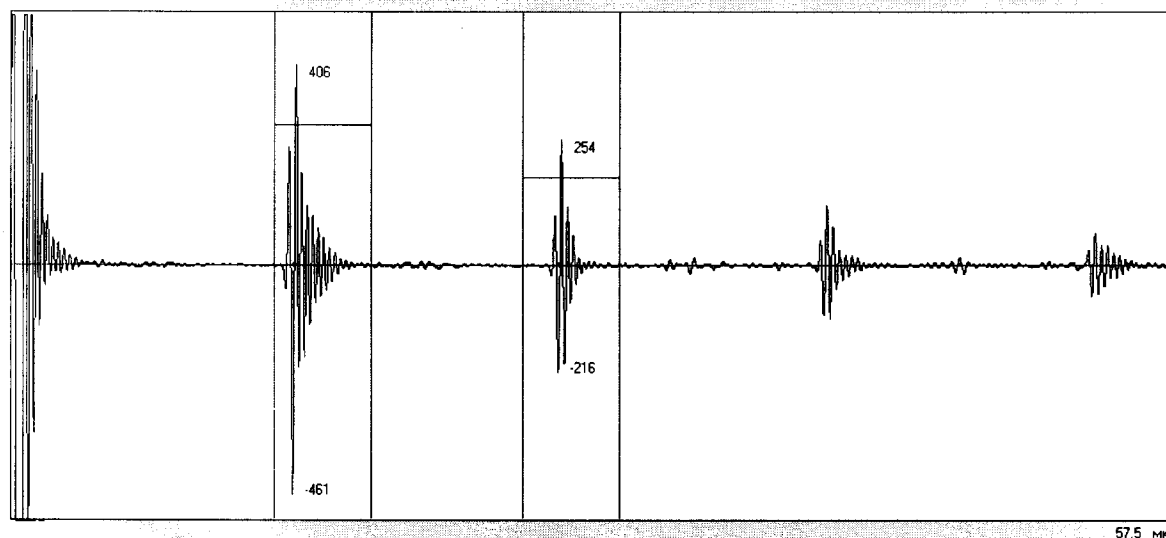
5.2.6 Нажимают клавишу «Space» На экране появится осциллограмма отраженных импульсов, распространяющихся в образцовой ультразвуковой мере (рисунок 1).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	НЛСГ.411731.002.РЭ1					Лист
					Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	4

## ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС

## А С Т Р О Н

Esc	V	Kyc=4	F	2.5 МГц	G	W	<	>	0.1	PgDn	57.5 мкс	P		
Ctrl	Q	Автоподстройка усиления	S	Уср=10	A	U	X	Z	Space	PgUp	/\	/	D	Диагностика

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ  
И В К АСТРОН

Задержка = 13228.7 нс

Отношение размахов = 1.84

Рисунок 1 Осциллограмма импульсов для образцовой ультразвуковой меры КМТ176М-1 40X13, 30 мм

5.2.7 Используя клавиши «↑», «↓», «PgUp», «PgDn», выбирают длину развертки, обеспечивающую изображение на экране двух отраженных импульсов.

5.2.8 Используя клавиши «V» и «Ctrl - V», выбирают коэффициент усиления, обеспечивающий величину положительного максимума первого отраженного сигнала на экране не менее 300 единиц. Величину максимума считывают с экрана в области границ первого отраженного импульса, выделенных зеленым цветом (см. рисунок 1).

5.2.9 Проверяют работоспособность режима ручной настройки границ, для чего включают режим настройки границ клавишей «G» и, используя клавиши «←», «→» или «Ctrl←», «Ctrl→», устанавливают левую границу первого отраженного импульса, нажимают клавишу «1», затем установите правую границу и нажимают клавишу «2».

Аналогично устанавливают границы второго отраженного импульса, нажимая соответственно клавиши «3» и «4».

После настройки границ нажимают клавишу «Space». На экране отобразятся уровни для поиска нулевых точек обоих импульсов.

На рисунке 2 показан пример правильной настройки границ импульсов,

На рисунке 3 - пример неправильной настройки границ импульсов, приводящий к грубым ошибкам при определении как временных интервалов, так и отношений размахов

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

НЛСГ.411731.002.РЭ1

Лист

5

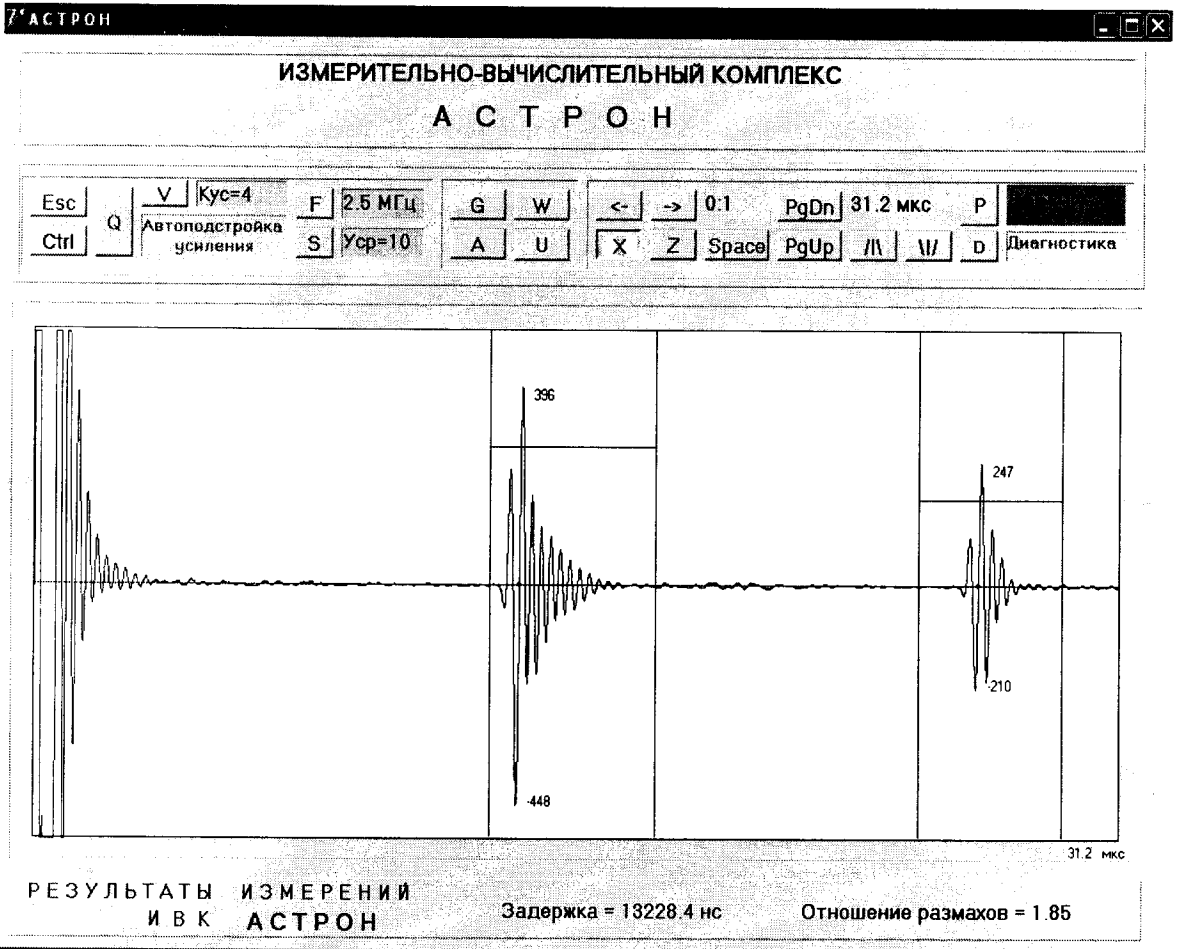


Рисунок 2 - Правильная настройка границ импульсов

5.2.10 Проверяют работоспособность режима ручной настройки уровней отраженных импульсов, для чего нажимают клавишу «U» и подстраивают уровень для первого отраженного импульса с помощью клавиш «↑», «↓». Аналогично подстраивают уровень для второго импульса с использованием комбинации «Ctrl-U».

На рисунке 2 показан пример правильной настройки уровней, на рисунке 4 - пример неправильной настройки границ уровней.

Этот случай соответствует измерению задержек отраженных импульсов по несинфазным точкам, что приводит к грубым ошибкам в определении временных интервалов.

5.2.11 Уменьшив коэффициент усиления до 0, переведите ИВК в режим автоподстройки усиления, нажав клавишу «Q», после чего, запустив ИВК, проверяют работу режима автоподстройки.

5.2.12 Нажав клавишу «X» (если она была отжата), включают режим расчета временных интервалов и отношений размахов.

Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

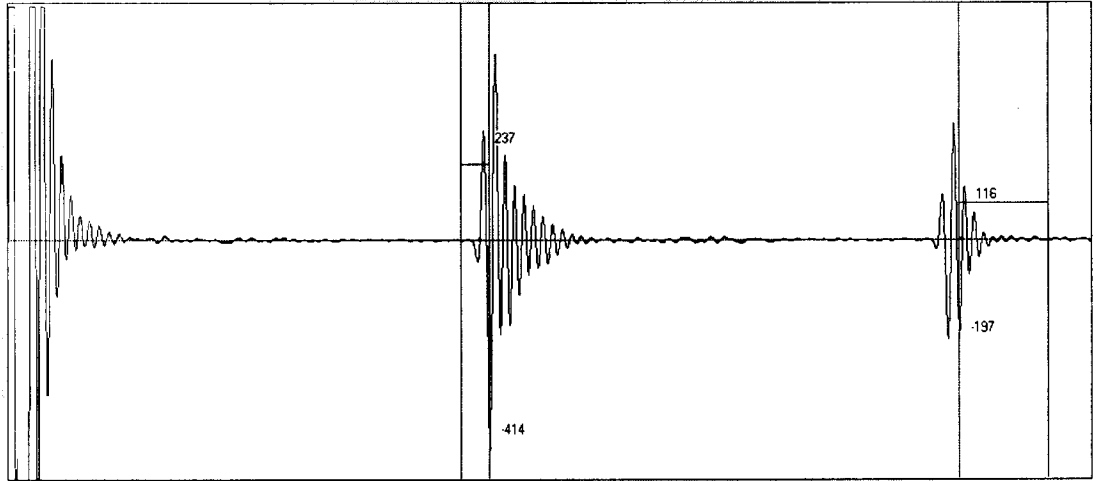
НЛСГ.411731.002.РЭ1

Лист

6

ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС  
АСТРОН

Esc V Кус=4 F 2.5 МГц G W <- -> 0:1 PgDn 31.2 мкс P  
Ctrl Q Автоподстройка усиления S Уср=10 A U [X] Z Space PgUp /л /ш D Диагностика

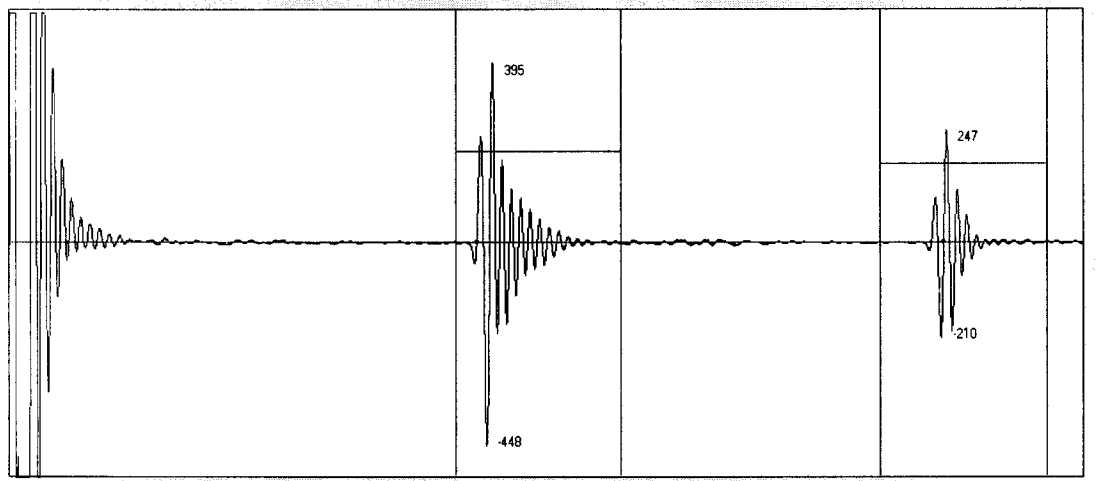


РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ И В К АСТРОН Задержка = 13928.3 нс Отношение размахов = 2.08

Рисунок 3 - Неправильная настройка границ импульсов

ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС  
АСТРОН

Esc V Кус=4 F 2.5 МГц G W <- -> 0:1 PgDn 31.2 мкс P  
Ctrl Q Автоподстройка усиления S Уср=10 A U [X] Z Space PgUp /л /ш D Диагностика



РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ И В К АСТРОН Задержка = 13605.4 нс Отношение размахов = 1.84

Рисунок 4 - Неправильная настройка уровней

Ив. № подл.	Подп. и дата
Ив. № дубл.	Взам. инв. №
Ив. № инв.	Подп. и дата
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	

НЛСГ.411731.002.РЭ1

5.2.13 Нажимают клавишу «Space».

На экране должны отобразиться значения задержек упругих импульсов (в нс) и отношения размахов первого и второго отраженного импульсов.

5.2.14 Используя клавишу «W», проверяют работоспособность режима включения/отключения развертки выбранных импульсов в пределах выбранных границ.

5.2.15 Результаты опробования считаются положительными, если функционируют все клавиши управления ИВК и на экране отображаются значения временных интервалов и отношений размахов импульсов для образцовой ультразвуковой меры КМТ176М-1 40X13, 30 мм.

### 5.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

5.3.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения ИВК осуществляют средствами операционной системы процессорного модуля (портативного компьютера типа Notebook).

5.3.2 На экран монитора процессорного модуля выводят имя исполняемого файла – «ASTRON.exe» (рисунок 5).

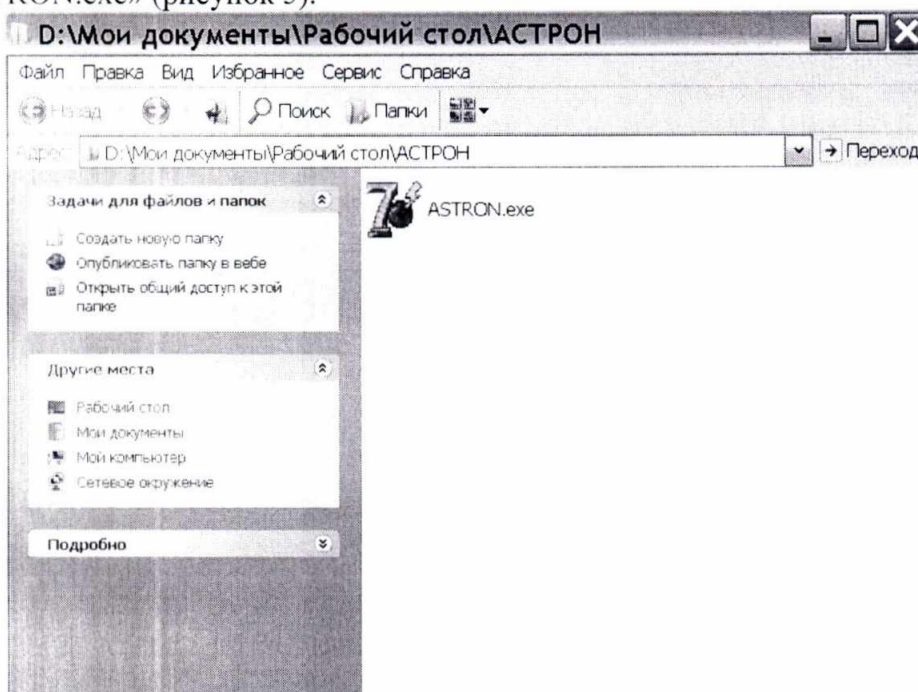


Рисунок 5 – Исполняемый файл программного обеспечения ИВК

5.3.3 Правой кнопкой «мыши» щелкают по имени файла для открытия контекстного меню (рисунок 6).

Инва. № подл.	Подп. и дата
Инва. № дубл.	Взам. инв. №
Инва. № подл.	Подп. и дата
Инва. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НЛСГ.411731.002.РЭ1	Лист
						8



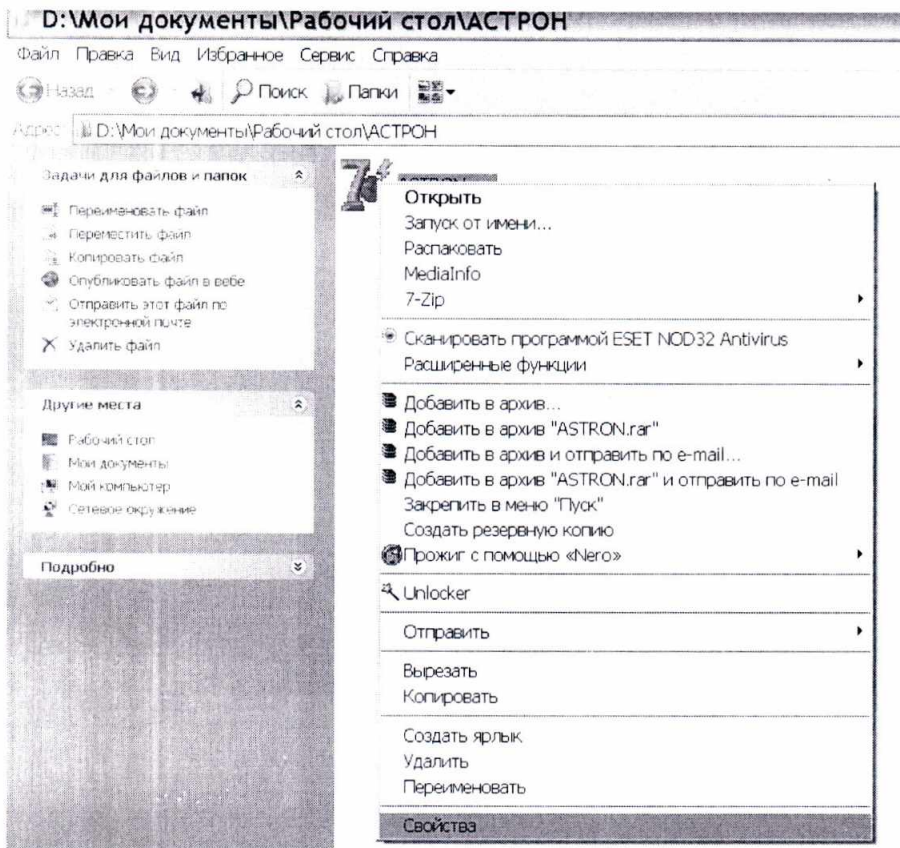


Рисунок 6 – Контекстное меню для файла «ASTRON.exe»

5.3.4 В контекстном меню выбирают в пункте «Свойства» закладку «Контрольные суммы» (рисунок 7)

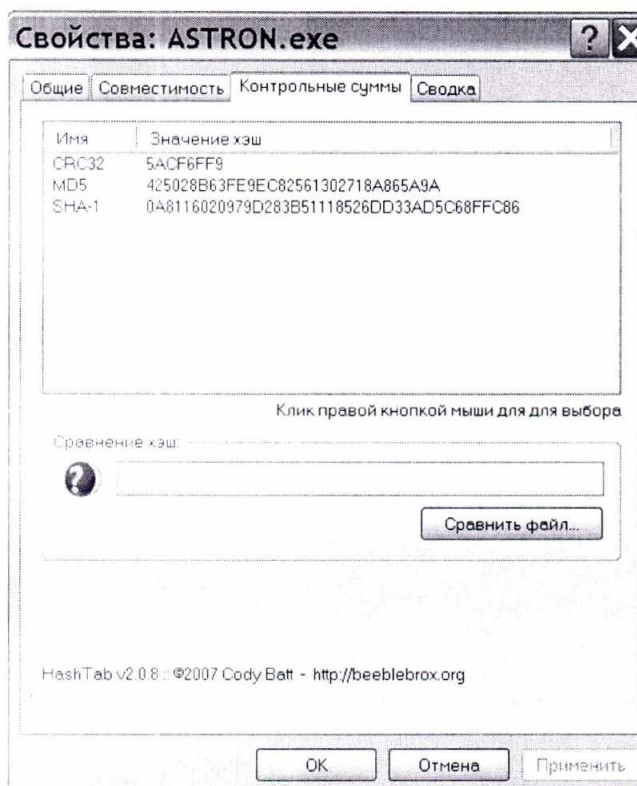


Рисунок 7 – Контрольные суммы файла «ASTRON.exe»

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

НЛСГ.411731.002.РЭ1

Лист

9

5.3.5 Результаты проверки считаются удовлетворительными, если значения контрольных сумм (хэш), рассчитанные с помощью алгоритма вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения соответствуют таблице 2.

Таблица 2

Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения
5ACF6FF9	CRC32

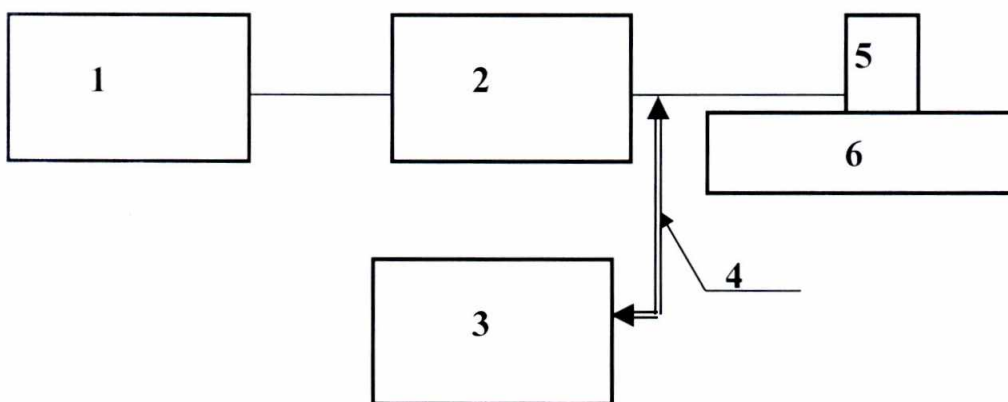
#### 5.4 Определение метрологических характеристик ИВК.

Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения временных интервалов между отраженными импульсами, и диапазона измерения размахов импульсов и относительной погрешности измерения отношения размахов импульсов проводят в следующей последовательности.

5.4.1 Собирают схему проверки в соответствии с рисунком 8.

Примечание - Измерительный модуль соединяется с осциллографом кабелем соединительным НЛСГ.411731.003КС.

5.4.2 Включают режим проверки и калибровки, нажав клавишу «Р». При этом ИВК переходит в режим проверки и калибровки по результатам сравнительных измерений временных интервалов между импульсами и отношения размахов импульсов на мерах толщины стальных КМТ176М-1 40Х13 с использованием ИВК «АСТРОН» и цифрового осциллографа (см. рисунок 9).



- 1 – процессорный модуль;
- 2- измерительный модуль;
- 3 – цифровой осциллограф;
- 4 – кабель соединительный;
- 5 - преобразователь пьезоэлектрический П111 - 5,0 – Ø8 S;
- 6 – образцовая ультразвуковая мера КМТ176М-1 40Х13.

Рисунок 8 - Схема проверки ИВК

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	НЛСГ.411731.002.РЭ1					Лист
										10
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						



5.4.11 С помощью правого вертикального курсора отмечают точку пересечения выбранного полупериода с нулевым уровнем.

5.4.12 Полученное значение временного интервала вносят в поле значения величины «Разность курсоров» для первого отраженного импульса.

5.4.13 Повторяют измерения по п.п. 5.3.6 – 5.3.12 для второго отраженного импульса.

5.4.14 Нажимают клавишу «Enter». При этом результаты первого измерения будут внесены в буфер.

5.4.15 Повторяют измерения по п.п. 5.3.5 – 5.3.13 5-8 раз, устанавливая перед каждым измерением его номер с помощью клавиши «+».

Примечание - После второго измерения на экране будут отображаться две вспомогательные диаграммы, иллюстрирующие стабильность измерений (рисунок 10).

Используя клавишу «<», можно вернуться к измерению, являющемуся явно некорректным, и повторить его.



Рис. 10 - Экранная форма после пяти измерений

5.4.16 Нажимают клавишу «R». В результате на экран ИВК будет выведена форма с результатами статистической обработки результатов измерений (рисунок 11).

Значения погрешностей рассчитываются по формулам:

для абсолютной погрешности определения временных интервалов  $\Delta$ , нс:

Подп. и дата  
Взам. инв. №  
Инв. № дубл.  
Подп. и дата  
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

НЛСГ.411731.002.РЭ1

Лист  
12

$$\Delta_i = 1,1 \times \sqrt{(t_{АСТР} - t_{осц})^2 + (\Delta_i^{осц})^2}, \quad (1)$$

где  $t_{АСТР}$  - временной интервал, измеренный ИВК «АСТРОН», нс

$t_{осц}$  - временной интервал, измеренный осциллографом, нс

$\Delta_i^{осц}$  - абсолютная погрешность осциллографа при измерении временных интервалов, нс;

для относительной погрешности определения отношений размахов импульсов  $\delta_R, \%$ :

$$\delta_R = 1,1 \times \sqrt{\left[ \left( \frac{R_{АСТР}}{R_{осц}} - 1 \right) \times 100 \right]^2 + (\delta_R^{осц})^2}, \quad (2)$$

где  $R_{АСТР}$  - отношение размахов, измеренное ИВК «АСТРОН»,

$R_{осц}$  - отношение размахов, измеренное осциллографом,

$\delta_R^{осц}$  - относительная погрешность осциллографа при измерении отношений размахов, %.

5.4.17 Проводят измерения по п.п. 5.3.5 – 5.3.16 для пяти образцовых ультразвуковых мер КМТ176М-1 40Х13, устанавливая их номер (1, 2, 3, 4, 5) с помощью клавиш «О», «Ctrl - О».

5.4.18 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если:

- диапазон измерения временных интервалов между импульсами упругих волн составляет от 1,6 до 50 мкс;
- диапазон измерения отношений размахов импульсов упругих волн составляет от 1,0 до 10,0;
- значения абсолютной погрешности ИВК при измерении временных интервалов между импульсами находятся в пределах  $\pm 2$  нс;
- значения относительной погрешности ИВК при измерении отношений размахов импульсов находятся в пределах  $\pm 4$  %.

ИВК № подл.	Подп. и дата	ИВК № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

НЛСГ.411731.002.РЭ1

Лист

13

