

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Системы калибровки ультразвуковых пьезоэлектрических преобразователей АВГУР 5.4

#### Назначение средства измерений

Системы калибровки ультразвуковых пьезоэлектрических преобразователей АВГУР 5.4 (далее – Системы) предназначены для измерений временных интервалов и амплитуд эхосигналов, полученных ультразвуковыми контактными и иммерсионными, прямыми и наклонными, совмещенными и раздельно-совмещенными, фокусирующими и не фокусирующими пьезоэлектрическими преобразователями (ПЭП) с частотами от 0,8 до 10 МГц, и координат местоположения ПЭП.

#### Описание средства измерений

В Системах применяется эхо-импульсный метод неразрушающего контроля. С помощью зондирующего импульса возбуждается пьезопластина ПЭП и упругие колебания распространяются в воде или в металле настроечного образца, принятые эхо-сигналы преобразовываются в цифровую форму с учетом текущей координаты сканирующего устройства, удерживающего преобразователь, и подвергаются математической обработке с целью определения параметров и характеристик ПЭП.

Система состоит из следующих составных частей:

- Персональный компьютер (ПК);
- Блок системный (БС);
- Сканирующее устройство (СУ) с комплектом сменных частей:
  - Прижимы и держатели для ПЭП различных типоразмеров и габаритов;
  - Стандартные образцы с подставками;
  - Иммерсионная ванна с набором мишеней.

Персональный компьютер представляет собой любой персональный компьютер, имеющий интерфейс USB2.0, с установленным программным обеспечением для осуществления оператором управления системой.

БС соединяется с ПК через интерфейс USB и состоит из:

- модуля аналого-цифрового преобразования (МАЦП);
- модуля управления сканером (МУСК);
- блока питания системы (БПС);
- модуля питания двигателей (МПД).

На БС выводится индикация подачи питания, находится кнопка включения питания, кнопка аварийного останова, разъемы для подключения ПЭП, подачи питания, соединения БС с шаговыми двигателями и концевыми выключателями сканирующего устройства, разъем для внешней синхронизации.

МАЦП, входящий в состав БС, обеспечивает следующие функции:

- формирования зондирующего импульса;
- формирование команд для управления приводами сканера;
- формирования команд для управления приемо-передающим трактом Системы;
- усиления и ослабления эхосигналов, поступающих по кабелю от МК;
- преобразование полученных эхо-сигналов в цифровую форму, цифровая обработка и запоминание в буферной памяти для последующей передачи данных в ПК;
- приема и передачи команд по последовательному каналу, в соответствии с протоколом обмена, определяемым стандартом RS-485;
- приема и передачи команд и данных по интерфейсу USB2.0.

В соответствии с этим МАЦП содержит следующие функциональные элементы:

- двенадцатиразрядный быстродействующий аналого-цифровой преобразователь с фильтром высоких частот (ФВЧ) на входе;
- регулируемый широкополосный усилитель (РШУ), управляемый цифроаналоговым преобразователем (ЦАП);
- быстродействующий двенадцатиразрядный аналого-цифровой преобразователь (АЦП);
- буферную память 512К;
- приемопередатчик RS485 последовательных цифровых данных с гальванической развязкой;
- регулируемый высоковольтный источник питания;
- формирователь зондирующего импульса ударного типа;
- коммутатор, обеспечивающий работу ПЭП в совмещенном и отдельном режиме, а также переключение демпфирующих сопротивлений в передающем тракте системы;
- аттенюатор, реализующий возможность измерения формы и амплитуды зондирующего импульса;
- программируемую логическую интегральную схему (ПЛИС), обеспечивающую с помощью контроллера USB2.0 интерфейс с ПК, управление сканированием и коммутацией каналов и синхронизацию работы всей системы.

Конструктивно МАЦП выполнен в виде печатной платы с установленными по ее периферии разъемными элементами.

МУСК обеспечивает приём и передачу сигналов по последовательному каналу связи в соответствии с протоколом обмена, определяемым стандартом RS-485, вырабатывает программно управляемые сигналы, необходимые для работы шаговых электроприводов сканирующего устройства, а также обрабатывает и передает информацию о состоянии датчиков конечного положения сканера.

В своём составе МУСК содержит:

- микроконтроллер;
- схему интерфейса стандарта RS-485;
- модуль питания;
- элементы гальванической развязки.

БПС предназначен для обеспечения электропитанием всех элементов системы. БПС выполнен на базе компьютерного блока питания АТХ 350 Вт. Из вырабатываемых блоком напряжений используются напряжения + 5 В и + 12 В.

МПД представляет собой повышающий преобразователь постоянного напряжения из + 12 В к + 27 В и служит для обеспечения электропитанием шаговых двигателей сканирующего устройства.

Сканирующее устройство представляет собой двухкоординатный или однокоординатный позиционирующий сканер с комплектом сменных частей (прижимов и держателей ПЭП, подставок для образцов, иммерсионной ванны), предназначенный для перемещения одного ПЭП в одной плоскости (по поверхности образца или в иммерсионной ванне).

Акустический контакт между контактным преобразователем и образцом осуществляется с помощью контактной жидкости, наносимой на поверхность образца.

Фотографии общего вида Систем представлены на рисунках 1, 2.

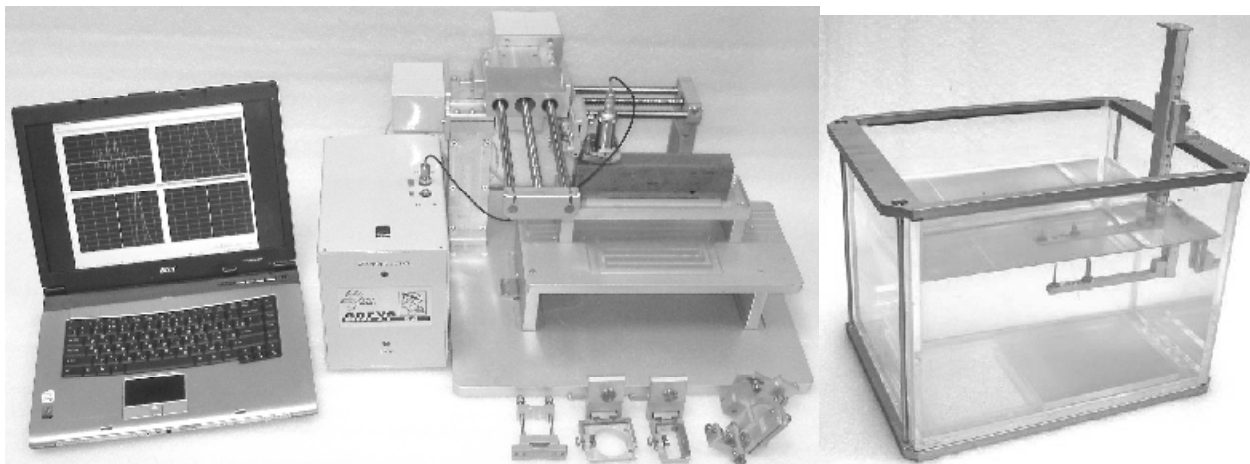


Рисунок 1 – Внешний вид блока системного, двухкоординатного сканирующего устройства, ПК, иммерсионной ванны

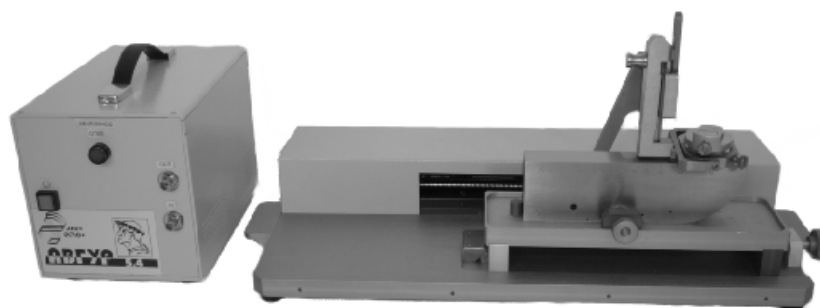


Рисунок 2 – Внешний вид блока системного, однокоординатного сканирующего устройства

Для предотвращения несанкционированного доступа используется пломбировка блока системного. Схема пломбировки приведена на рисунке 3.

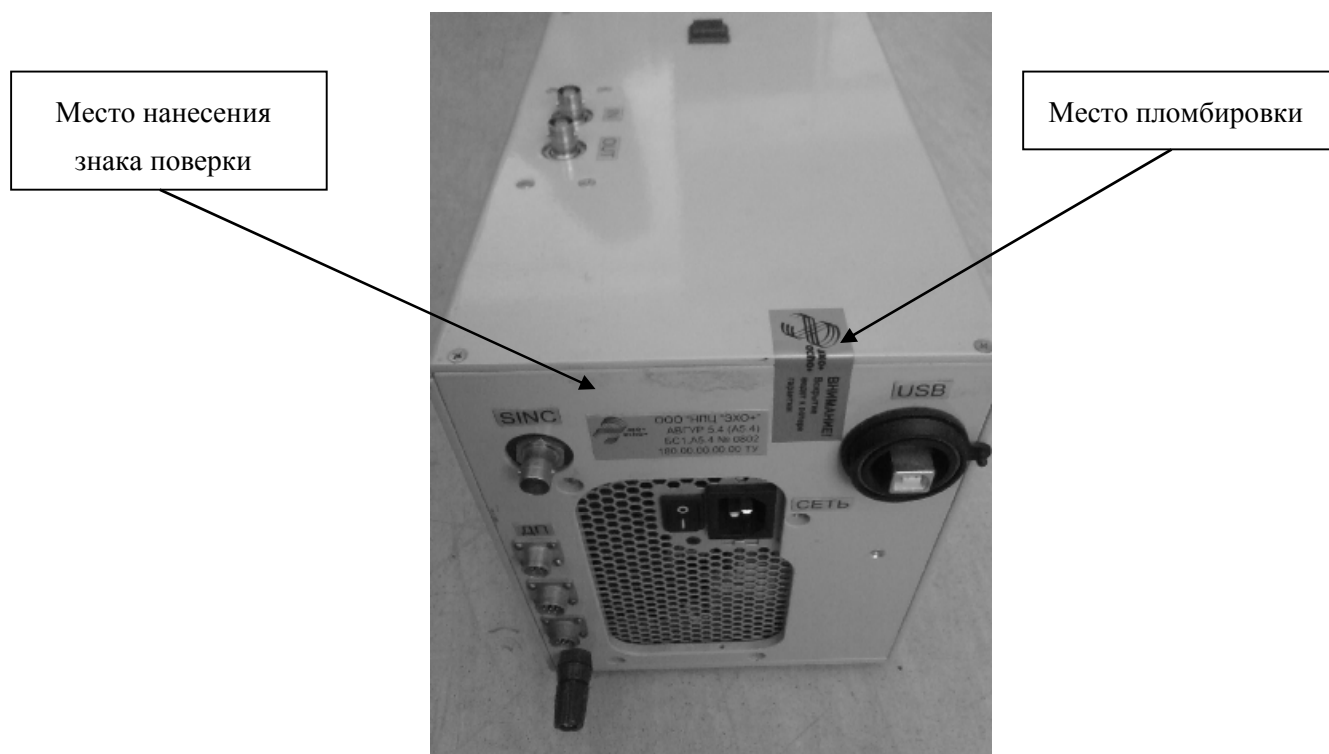


Рисунок 3 – Схема с обозначением места пломбировки блока системного и места нанесения знака поверки

Система определяет параметры и характеристики ПЭП, регламентированные ГОСТ 23702-90 и EN 12668-2 с использованием методов, приведенных в этих нормативных документах, а также методов, основанных на расчете поля ПЭП по многочастотным голограммам, измеренным при сканировании. Перечень параметров приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры ПЭП, определяемые Системой

Параметр
Форма эхо-импульса (эхо-импульс)
Длительность эхо-импульса
Амплитудно-частотная характеристика (спектральная характеристика)
Эффективная частота эхо-импульса (центральная частота)
Полоса пропускания (полоса частот), относительная полоса частот
Коэффициент двойного преобразования (эхо-импульсная чувствительность)
АРД-диаграмма
Функция шумов (ревеберационно-шумовая характеристика)
Точка ввода (стрела)
Время распространения (задержки) в призме (акустической задержке)
Мертвая зона
Диаграмма направленности в основной плоскости (угол ввода, ширина диаграммы направленности)
Диаграмма направленности в дополнительной плоскости (угол ввода, ширина диаграммы направленности)
Величина ближней зоны

Продолжение таблицы 1

Фокусное расстояние
Протяженность фокальной области (длина фокуса, ширина фокуса в основной и дополнительной плоскости)
Подавление помех излучатель-приемник (для отдельно-совмещенных ПЭП)
Амплитуда продольной, поперечной, поверхностной волны
Характеристика поля вдоль пластины широкозахватного ПЭП
Эффективные размеры пьезоэлемента

### Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО), установленное на ПК, осуществляет управление работой Системы, сбор, систематизированное долговременное хранение и обработку данных. В пакет ПО входит программа «Калибровка ПЭП», предназначенная для определения характеристик ПЭП, и программа «Поверка», предназначенная для проверки параметров приемо-передающего тракта БС.

Идентификационные признаки ПО соответствуют данным, приведенным в таблице 2.

Таблица 2

Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Калибровка ПЭП	5.XXX, где XXX номер версии	-	-
Поверка	5.XXX, где XXX номер версии	-	-

Защита ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «высокий» согласно Р 50.2.077-2014.

### Метрологические и технические характеристики

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение характеристики
Длительность зондирующего импульса на активной нагрузке 50 Ом и максимальной амплитуде, нс, не более	100
Длительность переднего фронта зондирующего импульса на активной нагрузке 50 Ом и максимальной амплитуде, нс, не более	15
Номинальные значения амплитуды зондирующего импульса и их отклонения, В	200±20 100±10 50±5 25±2,5
Эффективный выходной импеданс генератора зондирующего импульса, Ом, не более	5
Диапазон регулировки коэффициента усиления с шагом 1 дБ, дБ	От 0 до 70
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки коэффициента усиления, дБ	±0,5
Диапазон измерений временных интервалов, мкс	От 0,05 до 50

Наименование характеристики	Значение характеристики
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений временных интервалов, мкс	±0,05
Максимальное измеряемое значение амплитуды входного сигнала (при минимальном значении коэффициента усиления), В	10±1
Полоса пропускания приемного тракта по уровню -3 дБ, МГц	От 0,5 до 15
Неравномерность полосы пропускания приемного тракта, не более, дБ	±1
Банк демпфирующих сопротивлений приемного тракта, Ом	От 50 до 500
Эквивалентное среднеквадратичное значение напряжения шумов, приведенное ко входу усилителя Системы в полной полосе пропускания, мкВ, не более	80
Минимальный шаг сканирования по осям X и Y, мм, не более	0,02
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений координат ПЭП по осям X и Y на апертуре 190 мм, мм	±1
Время непрерывной работы при проведении контроля без снижения достоверности результатов калибровки, ч, не менее	8
Средний срок службы Системы, лет, не менее	10
Условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, % - атмосферное давление, мм рт. ст.	От 10 до 35 От 15 до 80 От 630 до 800
Масса: сканирующего устройства двухкоординатного, кг сканирующего устройства однокоординатного, кг блока системного, кг	36 13 5,0
Габариты (Д´Ш´В): сканирующего устройства двухкоординатного, мм сканирующего устройства однокоординатного, мм	560´ 430´ 394 570´ 240´ 275

### Знак утверждения типа

наносится на заднюю панель блока системного методом наклеивания этикетки.

### Комплектность средства измерений

Таблица 4

№ п.п.	Обозначение изделия	Наименование изделия	Кол-во	Маркировка
	180.00.00.00.00	СИСТЕМА АВГУР 5.4 В СОСТАВЕ:		
1.	180.01.00.00.00	Блок системный	1	БС.А5.4
2.	180.05.00.00.00	Сканирующее устройство в составе:	1	СУ.А5.4
2.1.	180.06.03-06.00.00	Подставка	1	Название образца: СО-2, СОП-СФ-55
2.2.	180.06.07-10.00.00	Прижим	1	Габаритные размеры ПЭП
2.3.	180.06.12-15.00.00	Держатель	1	Габаритные размеры ПЭП
2.4.	180.06.11.00.00	Ванна иммерсионная	1	–

№ п.п.	Обозначение изделия	Наименование изделия	Кол-во	Маркировка
3.	180.07.00.00.00	Комплект инструментов и принадлежностей	–	–
–	–	Инструменты	–	–
3.1.	180.06.05.00-02.00	Настроечный образец полусферический, Ø110 мм.	1	СОП-СФ-55
3.2.	ГОСТ 14782-86	Контрольный образец № 2 из комплекта контрольных образцов и вспомогательных устройств КОУ-2	1	СО-2
3.3.	ГОСТ 14782-86	Контрольный образец № 3 из комплекта контрольных образцов и вспомогательных устройств КОУ-2	1	СО-3
–	–	Принадлежности	–	–
3.4.	–	Персональный компьютер (ПК)	1	Заводская маркировка
3.5.	Bulgin PX0 840/D/3M 00	Кабель USB 2.0	1	Заводская маркировка
3.6.	ВР0.364.013ТУ	Тройник СР-50-95ФВ	1	Заводская маркировка
3.7.	180.07.01.00.00	Кабель высокочастотный соединительный	2	КВС.А5.4
4.	–	Упаковка		
4.1.	–	Ящик 5.4	1	АВГУР 5.4
5.	–	Эксплуатационная документация	–	–
5.1.	180.00.00.00.00 РЭ	Руководство по эксплуатации	1	
5.2.	180.00.00.00.00 ФО	Формуляр	1	–
5.3.	–	Паспорта контрольных и настроечных образцов	–	–
5.4.	180.00.00.00.00МП	Методика поверки	1	
6.		Программное обеспечение	–	–
6.1.	–	CD (компакт диск) с копией программного обеспечения Системы	1	

#### ПРИМЕЧАНИЕ.

В таблице 4 представлена полная комплектация Системы. Система может поставляться в неполной и дополнительной комплектации, определяемой заявкой Заказчика.

В таблице 4 под персональным компьютером понимается любой ПК, имеющий интерфейс USB2.0.

#### Поверка

осуществляется в соответствии с документом 180.00.00.00.00МП «Системы калибровки ультразвуковых пьезоэлектрических преобразователей АВГУР 5.4. Методика поверки», утвержденным ФГУП «ВНИИОФИ» в октябре 2015 г.

Основные средства поверки:

1. Осциллограф цифровой TDS 220. (Госреестр № 19294-00).
2. Генератор сигналов сложной формы AFG3022. (Госреестр № 32620-06).
3. Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05. Диапазон измерения от 0 до 250 мм. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ±0,05 мм.
4. Контрольный образец №2 из комплекта контрольных образцов и вспомогательных устройств КОУ-2. (Госреестр № 06612-99).

**Сведения о методиках (методах) измерений**

приведены в разделе 3 руководства по эксплуатации «Система калибровки ультразвуковых пьезоэлектрических преобразователей АВГУР 5.4. Руководство по эксплуатации. 180.00.00.00.00РЭ».

**Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к системам калибровки ультразвуковых пьезоэлектрических преобразователей АВГУР 5.4**

Технические условия «Система калибровки ультразвуковых пьезоэлектрических преобразователей АВГУР 5.4. Технические условия. 180.00.00.00.00ТУ».

**Изготовитель**

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственный центр неразрушающего контроля «ЭХО+» (ООО «НПЦ «ЭХО+»)

ИНН 7706017584

Адрес: Россия, 123182, Москва, ул. Твардовского, д. 8, стр 1, «Технопарк «СТРОГИНО»

Телефон/факс: (495) 780-92-50

**Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» (ФГУП «ВНИИОФИ»)

Адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, 46

Телефон: (495) 437-56-33, факс: (495) 437-31-47

E-mail: [vniofi@vniofi.ru](mailto:vniofi@vniofi.ru)

Сайт: [www.vniofi.ru](http://www.vniofi.ru)

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИОФИ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30003-14 от 23.06.2014 г.

Заместитель

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.