

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора  
ФГУП «ВНИИОФИ»

\_\_\_\_\_  
М.П. Муравская Н.П.  
« 22 » 04 2015 г.



Системы акустико-эмиссионные RocketAE-2

## МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 009.Д4-15

ГР 62168-15

Главный метролог  
ФГУП «ВНИИОФИ»

\_\_\_\_\_  
С.Н.Негода  
« 27 » 04 2015 г.

Москва 2015 г.

### 1. Область применения

Настоящая методика поверки распространяется на системы акустико-эмиссионные Pocket AE-2 (далее по тексту – АЭ-системы), выпускаемые “PHYSICAL ACOUSTICS CORPORATION”, США, и устанавливает методы и средства их первичной и периодических поверок.

АЭ-системы предназначены для измерения параметров сигналов акустической эмиссии (АЭ) в процессе акустико-эмиссионных обследований: амплитуды, длительности, времени нарастания сигнала, энергетического параметра

Интервал между поверками - 1 год.

### 2. Нормативные ссылки

В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:

- ПР 50.2.006-94 ГСИ. Правила по метрологии. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения поверки средств измерений.
- ПР 50.2.007-2001 ГСИ. Правила по метрологии. Поверительные клейма.

### 3. Операции и средства поверки

3.1 Поверку средств измерений осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели

3.2 При проведении первичной и периодической поверок выполняют операции и применяют средства поверки, указанные в таблице 1.

Таблица 1.

Наименование операции	Номер пункта МП	Вид поверки		Наименование средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, метрологические и основные технические характеристики средства поверки
		Первичная	Периодическая	
3.1. Проверка внешнего вида и комплектности	7.1	+	+	---
3.2. Опробование	7.2	+	+	---
3.3. Проверка идентификационных данных ПО	7.3	+	+	

3.4. Определение предела допускаемой абсолютной погрешности измерения амплитуд (Amplitude) сигналов АЭ, предела допускаемой относительной погрешности измерения времени нарастания (Risetime) сигналов АЭ, предела допускаемой относительной погрешности измерения длительности (Duration) сигналов АЭ, предела допускаемой относительной погрешности числа импульсов акустической эмиссии (Counts)	7.4	+	+	<p>Осциллограф цифровой Tektronix TDS 2012C, где диапазон установки коэффициентов отклонения от <math>2 \cdot 10^{-3}</math> до 5 В/дел, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки коэффициентов отклонения <math>\pm 3 \%</math> в диапазоне от 10 мВ/дел до 5 В/дел, <math>\pm 4 \%</math> в диапазоне от 2 мВ/дел до 5 мВ/дел.</p> <p>Генератор сигналов сложной формы AFG 3022C, где диапазон воспроизведения частоты синусоидального сигнала 1 мГц - 25МГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты синусоидального сигнала <math>\pm 1 \cdot 10^{-6}</math> диапазон амплитуды напряжения от 10мВ до 20В, пределы допускаемой относительной погрешности установки амплитуды напряжения <math>U_a</math> на частоте 1 Гц составляет <math>\pm (1 \cdot 10^{-2} \cdot U_a + 1 \text{ мВ})</math>;</p>
3.5 Определение уровня шума, приведенного ко входу	7.5	+	+	---
3.6 Определение относительной погрешности измерения энергетического параметра	7.6	+	+	<p>Осциллограф цифровой Tektronix TDS 2012C, где диапазон установки коэффициентов отклонения от <math>2 \cdot 10^{-3}</math> до 5 В/дел, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки коэффициентов отклонения <math>\pm 3 \%</math> в диапазоне от 10 мВ/дел до 5 В/дел, <math>\pm 4 \%</math> в диапазоне от 2 мВ/дел до 5 мВ/дел.</p>
3.7 Определение абсолютной погрешности измерения напряжения параметрического входа	7.7	+	+	<p>Генератор сигналов сложной формы AFG 3022C, где диапазон воспроизведения частоты синусоидального сигнала 1 мГц - 25МГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты синусоидального сигнала <math>\pm 1 \cdot 10^{-6}</math> диапазон амплитуды напряжения от 10мВ до 20В, пределы допускаемой относительной погрешности установки амплитуды напряжения <math>U_a</math> на частоте 1 Гц составляет <math>\pm (1 \cdot 10^{-2} \cdot U_a + 1 \text{ мВ})</math>;</p>

3.8 Определение динамического диапазона измерения амплитуд АЭ-сигналов	7.8	+	+
--	-----	---	---

Примечания:

- 1) Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.
- 2) Применяемые средства поверки должны быть поверены и аттестованы в установленном порядке.

#### 4. Требования к квалификации поверителей и требования безопасности

- К проведению поверки допускают лиц, прошедших инструктаж по технике безопасности и ознакомившихся с руководством по эксплуатации АЭ-системы, а также эксплуатационной документацией на средства поверки.

- При проведении поверки необходимо соблюдать правила электробезопасности, указанные в эксплуатационной документации на средства поверки.

- Все приборы и оборудование, питаемые от электросети, должны быть заземлены.

- Процесс проведения поверки не относится к вредным условиям труда и не наносит вред окружающей среде.

#### 5. Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха  $(65 \pm 15) \%$ ;
- атмосферное давление от 96 до 104 кПа;

#### 6. Подготовка к поверке

6.1. Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные операции:

- 1) выдержать (перед включением) АЭ-систему в нормальных условиях в течение 1 часа;
- 2) подготовить средства поверки к работе в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

#### 7. Проведение поверки

##### 7.1. Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра установить соответствие АЭ-системы следующим требованиям:

- комплектность АЭ-системы согласно паспорту;
- отсутствие явных механических повреждений электронного блока, соединительных кабелей и акустических преобразователей;
- наличие маркировки на крышке электронного блока с ясным указанием типа и серийного номера АЭ-системы;

АЭ-система считается прошедшей операцию поверки с положительным результатом, если комплектность соответствует паспорту, имеется маркировка с ясным указанием типа и серийного номера АЭ-системы, отсутствуют видимые повреждения электронного блока, соединительных кабелей и акустических преобразователей.

Если данные требования не выполняются, то АЭ-система считается непригодной к применению, к эксплуатации не допускается, выписывается свидетельство о непригодности, дальнейшие пункты методики не выполняются.

## 7.2. Опробование

Включить систему. Выполнить загрузку ПО.

АЭ-система считается прошедшей операцию проверки с положительным результатом, если включение успешно и произведена загрузка ПО.

Если данные требования не выполняются, то АЭ-система считается непригодной к применению, к эксплуатации не допускается, выписывается свидетельство о непригодности, дальнейшие пункты методики не выполняются.

## 7.3. Проверка идентификационных данных ПО

Идентификационные данные ПО должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 2.

Таблица 2.

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Pocket AEWin
Номер версии (идентификационный номер) ПО	ver.2 и выше
Цифровой идентификатор ПО	-
Другие идентификационные данные (если имеются)	-

АЭ-система считается прошедшей операцию проверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 2.

Если данные требования не выполняются, то АЭ-система считается непригодной к применению, к эксплуатации не допускается, выписывается свидетельство о непригодности, дальнейшие пункты методики не выполняются.

7.4 Определение предела допустимой абсолютной погрешности измерения амплитуды (Amplitude), относительной погрешности измерения времени нарастания (Rise Time), длительности (Duration), числа импульсов (Counts) сигналов АЭ.

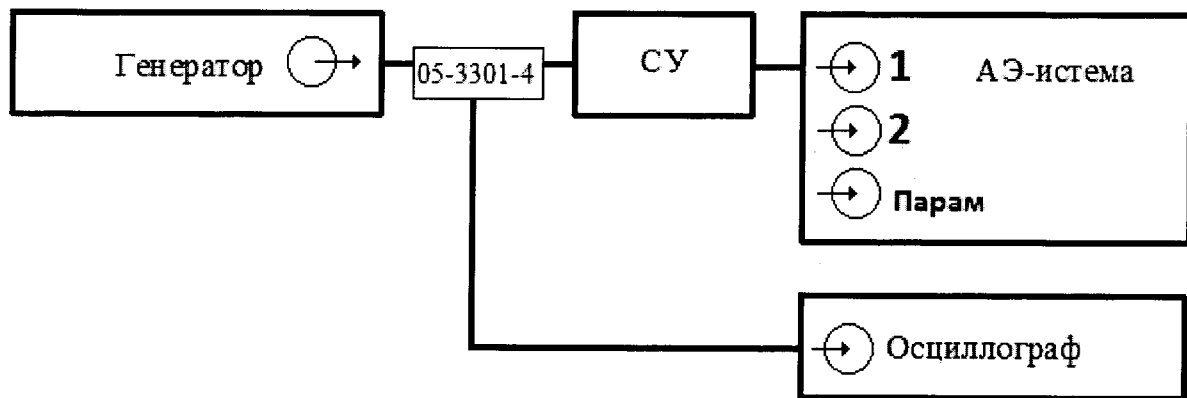
7.4.1. В программе AEWin установить следующие параметры:

THRESH	PDT	HDT	HLT
50	50	100	100

7.4.2. Установить на генераторе следующие значения:

Амплитуда	- 70 дБ
Время нарастания	- 100 мкс
Время затухания	- 100 мкс
Форма сигнала	- АЭ
Частота	- 150 кГц.

7.4.3. Собрать схему согласно рисунку 1. Подключить через BNC-тройник типа 05-3301-4 (далее - тройник) вход осциллографа к выходу генератора. К свободному выходу тройника подключить согласующее устройство (СУ, схема приведена в Приложении Б). Используя BNC-smb кабель из комплекта поставки, подключить вход 1-го канала АЭ-системы к согласующему устройству. Установить на генераторе амплитуду импульса 80 дБ, контролируя значение осциллографом.



**Рис. 1 Схема подключения**

7.4.4. Установить пороговый уровень срабатывания строга измерения амплитуды (далее - порог) равным 50 дБ.

7.4.5 Дождаться пока система запишет в таблицу результатов измерений не менее 5 показаний и приостановите измерения. Зафиксировать 5 последних показаний  $X_i$  амплитуды (Amplitude) для 1-го канала АЭ-системы.

7.4.6 Повторить пункты 7.4.3 – 7.4.5 для 2-го канала системы.

7.4.7. Рассчитайте абсолютную погрешность измерения амплитуды (Amplitude) для каждого канала, по формуле:

$$\Delta = \max\{X_i - X_o\}, \text{ дБ}$$

где  $X_i$  – значение амплитуды в серии из 5 измерений, дБ.

$X_o$  – установленное значение амплитуды (по показаниям осциллографа), дБ

7.4.8. Повторить пункты 7.4.3-7.4.7 для амплитуды сигналов АЭ равной 60 дБ, контролируя значение осциллографом.

7.4.9. Установить порог равным 35 дБ. Повторить пункты 7.4.4-7.4.7 для амплитуды сигналов АЭ равной 40 дБ, контролируя значение осциллографом.

7.4.10. Зафиксировать 5 показаний времени нарастания (Rise Time) сигнала для 1-го канала АЭ-системы.

7.4.11. Зафиксировать 5 показаний времени нарастания (Rise Time) сигнала для 2-го канала АЭ-системы.

7.4.12. Рассчитать относительную погрешность измерения времени нарастания (Rise Time) сигнала АЭ для каждого канала, по формуле

$$\delta = \max\left\{\frac{X_i - X_o}{X_o}\right\} \cdot 100\%, \%$$

где  $X_i$  – значение времени нарастания (Rise Time) в серии из 5 измерений, мкс

$X_o$  – установленное значение времени нарастания (Rise Time) сигнала АЭ, мкс

7.4.13. Зафиксировать 5 показаний длительности (Duration) сигнала для 1-го канала АЭ-системы.

7.4.14. Зафиксировать 5 показаний длительности (Duration) сигнала для 2-го канала АЭ-системы.

7.4.15. Рассчитать относительную погрешность измерения длительности (Duration) сигнала для каждого канала по формуле

$$\delta = \max \left\{ \frac{X_i - X_0}{X_0} \right\} \cdot 100\% , \%$$

где  $X_i$  – значение времени длительности (Duration) в серии из 5 измерений, мкс.  
 $X_0$  – установленное значение времени длительности (Duration) , мкс.

7.4.16. Зафиксировать 5 показаний числа импульсов акустической эмиссии (Counts) для 1-го канала АЭ-системы.

7.4.17. Зафиксировать 5 показаний числа импульсов акустической эмиссии (Counts) для 2-го канала АЭ-системы.

7.4.18. Рассчитать относительную погрешность измерения числа импульсов акустической эмиссии (Counts) для каждого канала по формуле

$$\delta = \max \left\{ \frac{X_i - X_0}{X_0} \right\} \cdot 100\% , \%$$

где  $X_i$  – значение числа импульсов акустической эмиссии (Counts) в серии из 5 измерений  
 $X_0$  – установленное значение числа импульсов акустической эмиссии (Counts).

7.4.12 АЭ-система считается прошедшей операцию поверки с положительным результатом, если для каждого канала значение абсолютной погрешности измерения амплитуды сигналов АЭ (параметр «Amplitude») не превышает  $\pm 1$  дБ, значение относительной погрешности измерения времени нарастания АЭ-сигнала (параметр «Rise Time») не превышает 15 %, значение относительной погрешности измерения длительности АЭ-сигнала (параметр «Duration») не превышает 5 %, значение относительной погрешности измерения числа импульсов акустической эмиссии (параметр «Counts») не превышает 5 %.

Если данные требования не выполняются, то АЭ-система считается непригодной к применению, к эксплуатации не допускается, выписывается свидетельство о непригодности, дальнейшие пункты методики не выполняются.

## 7.5 Определение уровня собственного шума

Соединить с корпусом все входы АЭ-системы.

Открыть окно сбора данных программы AEwin.

Записать значения параметра «ASL» для 1-го и 2-го каналов.

АЭ-система считается прошедшей операцию поверки с положительным результатом, если для каждого канала уровень шума, приведенного ко входу (значение параметра «ASL») не превышает 28 дБ.

Если данные требования не выполняются, то АЭ-система считается непригодной к применению, к эксплуатации не допускается, выписывается свидетельство о непригодности, дальнейшие пункты методики не выполняются.

## 7.6. Определение относительной погрешности измерения энергетического параметра

### 7.6.1. Установить на генераторе следующие значения:

Амплитуда	- 50 дБ
Время нарастания	- 100 мкс
Время затухания	- 100 мкс
Форма сигнала	- АЭ
Частота	- 150 кГц.

7.6.2. Регулируя амплитуду сигналов на генераторе и контролируя ее значение осциллографом, получить на мониторе АЭ-системы устойчивое показание амплитуд сигналов, последовательно 54 и 78 дБ.

7.6.3. В программе АЕwin зафиксировать по 5 показаний  $E_i$  ( $E_i=1...5$ ) параметра Energy для амплитуд 54 и 78 дБ для 1-го канала.

7.6.4. В программе АЕwin зафиксировать по 5 показаний  $E_i$  ( $E_i=1...5$ ) параметра Energy для амплитуд 54 и 78 дБ для 2-го канала.

7.6.5. Рассчитать относительную погрешность измерения энергетического параметра (Energy) для каждого канала, по формуле:

$$\delta = \max \left\{ \frac{E_i - E_0}{E_0} \right\} \cdot 100\%$$

где  $E_i$  – энергии в серии из 5 измерений

$E_0$  – установленное значение энергии, для 54 дБ  $E_0=50$ , для 78 дБ  $E_0=794$ .

7.6.6. АЭ-система считается прошедшей операцию поверки с положительным результатом, если для каждого канала значение относительной погрешности измерения энергетического параметра (параметр «Energy») не превышает 5 %.

Если данные требования не выполняются, то АЭ-система считается непригодной к применению, к эксплуатации не допускается, выписывается свидетельство о непригодности, дальнейшие пункты методики не выполняются.

7.7. Определение абсолютной погрешности измерения напряжения параметрического входа

7.7.1 Собрать схему согласно рисунку 2. Подключить через BNC-тройник типа 05-3301-4 (далее - тройник) вход осциллографа к выходу генератора. К свободному выходу тройника подключить согласующее устройство (СУ, схема приведена в Приложении Б). Используя BNC-smb кабель из комплекта поставки, подключить параметрический вход канала АЭ-системы к согласующему устройству. Установить на генераторе амплитуду импульса 80 дБ, контролируя значение осциллографом.

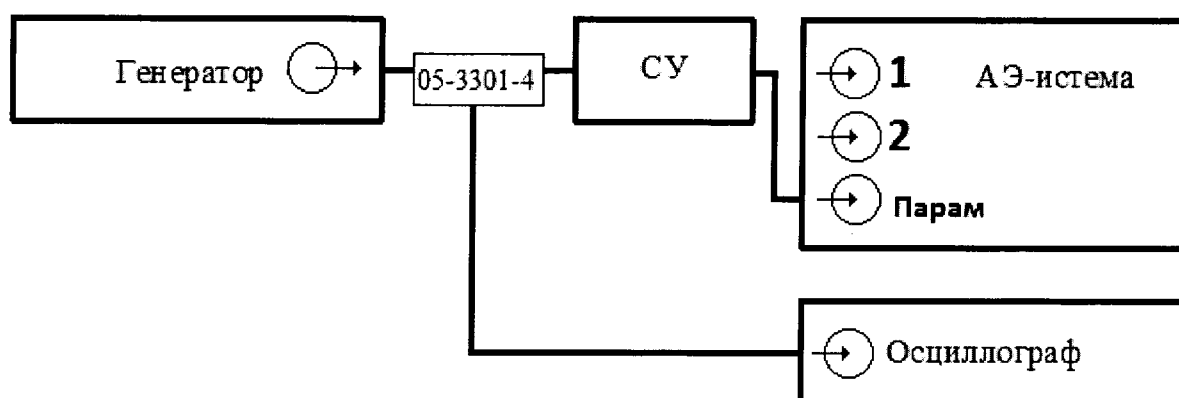


Рисунок 2 - Схема соединения.

7.7.2. Установить на генераторе режим «DC» с выходным напряжением равным минус 8,00 В, контролируя его с помощью осциллографа.



7.7.3. Запустить «AEwin» программу и записать значение напряжения для параметрического канала.

7.7.4. Рассчитать значение абсолютной погрешности измерения напряжения параметрическим каналом по формуле:

$$\Delta = X_{\text{изм}} - X_0$$

где  $X_{\text{изм}}$  – значение напряжения, измеренного параметрическим каналом, В

$X_0$  – установленное выходное напряжение источника питания, контролируемое с помощью осциллографа, В.

7.7.5. АЭ-система считается прошедшей операцию поверки с положительным результатом, если значение абсолютной погрешности измерения напряжения параметрического входа (параметр «Parametric Inputs») не превышает  $\pm 30$  мкВ.

Если данные требования не выполняются, то АЭ-система считается непригодной к применению, к эксплуатации не допускается, выписывается свидетельство о непригодности, дальнейшие пункты методики не выполняются.

7.8. Определение динамического диапазона измерения амплитуд АЭ-сигналов.

7.8.1. Динамический диапазон измерения амплитуд АЭ-сигналов определяется как разность между уровнем собственного шума и максимальным уровнем амплитуды измеряемого АЭ-сигнала.

7.8.2. Для 1-го канала повторить пункты 7.4.3 – 7.4.5 данной методики, установив на генераторе амплитуду  $A_{\text{max}}$  импульса 110 дБ, контролируя значение осциллографом.

7.8.3. Для 2-го канала повторить пункты 7.4.3 – 7.4.5 данной методики, установив на генераторе амплитуду  $A_{\text{max}}$  импульса 110 дБ, контролируя значение осциллографом.

7.8.4. Используя данные, полученные в процессе выполнения 7.5, вычислить динамический диапазон измерения амплитуд АЭ-сигналов для каждого канала по формуле:

$$A = A_{\text{max}} - A_{\text{asl}}, \text{ дБ}$$

где  $A_{\text{max}}$  – максимальная измеряемая амплитуда импульса, дБ;  
 $A_{\text{asl}}$  – уровень шума, приведенного ко входу, дБ.

АЭ-система считается прошедшей операцию поверки с положительным результатом, если для каждого канала значение динамического диапазона измерения амплитуд АЭ-сигналов не менее 72 дБ.

Если данные требования не выполняются, то АЭ-система считается непригодной к применению, к эксплуатации не допускается, выписывается свидетельство о непригодности, дальнейшие пункты методики не выполняются.

## 8. Оформление результатов поверки

Результаты поверки система заносятся в протокол поверки.

При положительных результатах поверки выписывается свидетельство о поверке установленного образца. При отрицательных результатах поверки выписывается извещение о непригодности с указанием причин.

Начальник отдела  
испытаний и сертификации  
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.В. Иванов

Начальник сектора МОНК  
отдела испытаний и сертификации  
ФГУП «ВНИИОФИ»



Д.С. Крайнов

# ПРОТОКОЛ

первичной / периодической поверки  
от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

Средство измерений: \_\_\_\_\_  
Наименование СИ, тип (если в состав СИ входит несколько автономных блоков,

то приводят их перечень (наименования) и типы с разделением знаком «косая дробь» / )

Зав. № \_\_\_\_\_ №/№ \_\_\_\_\_  
Заводские номера блоков

Принадлежащее \_\_\_\_\_  
Наименование юридического лица, ИНН

Поверено в соответствии с методикой поверки \_\_\_\_\_  
Наименование документа на поверку, кем утвержден (согласован), дата

С применением эталонов: \_\_\_\_\_  
(наименование, заводской номер, разряд, класс точности или погрешность)

При следующих значениях влияющих факторов: \_\_\_\_\_  
(приводят перечень и значения влияющих факторов, нормированных в методике поверки)

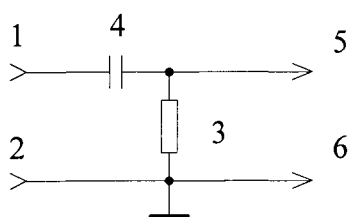
Получены результаты поверки метрологических характеристик: \_\_\_\_\_  
(приводят данные: требования методики поверки / фактически получено при поверке)

Рекомендации \_\_\_\_\_  
Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Исполнители: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ подписи, ФИО, должность

## Приложение Б

Схема согласующего устройства



Обозначение	Описание	Характеристики
1	Сигнальный контакт разъема СР-50-74 ФВ	-
2	Нулевой контакт СР-50-74 ФВ	-
3	Резистор МЛТ 5к6	5,6 кОм
4	Конденсатор К73-16В	2,2 мкФ
5	Сигнальный контакт разъема СР-50-74 ФВ	-
6	Нулевой контакт разъема СР-50-74 ФВ	-