

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Директора -
Генерального конструктора
по гражданским объектам

 Ю.С. Стребков

« » 2012г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на измерительные системы акустического контроля течей и
универсальной обработки АЭ сигналов

1 Наименование товара

Наименование и объем поставляемого товара представлены в таблице 1.

Таблица 1. Спецификация поставляемого товара

№	Наименование	Кол-во, кмпл.
1	Измерительная система акустического контроля течей	1
2	Измерительная система универсальной обработки АЭ сигналов	1

2 Измерительная система акустического контроля течей

2.1 Требования к системе в целом

2.1.1 Состав системы

Состав измерительной системы акустического контроля течей представлен в таблице 1.

Таблица 1. Состав требуемой измерительной системы акустического контроля течей

№	Наименование	Кол-во
1	Рабочая станция	1
2	Специализированная 8-ми канальная плата обработки акустических сигналов	1
3	Высокотемпературный дифференциальный АЭ датчик с удлиненным интегрированным высокотемпературным кабелем	2
4	Радиационно-стойкий предусилитель для дифференциального АЭ датчика	2
5	Высокотемпературный несимметричный АЭ датчик с удлиненным интегрированным высокотемпературным кабелем	2
6	Радиационно-стойкий предусилитель для несимметричного АЭ датчика	2
7	Высокотемпературный несимметричный АЭ датчик с интегрированным высокотемпературным кабелем	2
8	Предусилитель с фильтром ВЧ	1

9	Предусилитель с полосовым фильтром	1
10	Кабель BNC-BNC на катушке (200м)	4
11	Кабель-переходник SMC/BNC	8
12	Программное обеспечение на 8 каналов (зонная и линейная АЭ локации)	1
13	Программное обеспечение контроля трещин и протечек	1
14	Электронный ключ для ПО с лицензией для сбора данных	1
15	Электронный ключ для ПО с лицензией для обработки данных на дополнительном компьютере	1
16	Консультативный курс по обучению работе с системой не менее 2-х дней	1
17	Комплект сопроводительной документации	1

2.1.2 Общие требования к системе

Система (далее АЭ-система) предназначена для обнаружения течей акустическим методом, а также измерения и регистрации параметров сигналов акустической эмиссии (АЭ) в процессе АЭ - обследований с целью контроля состояния потенциально опасного оборудования, работающего под нагрузкой. Система обеспечивает накопление и хранение зарегистрированных данных, обработку данных и их представление для анализа в графическом виде.

Система использует широко применяемую на практике технологию цифровой обработки сигналов. Система позволяет наблюдать динамику акустической активности контролируемого объекта в ходе испытаний в реальном масштабе времени и может быть использована при различных способах нагружения объекта, в том числе при пневмоиспытаниях.

Система применяется для контроля магистральных и технологических трубопроводов, емкостного, колонного, реакторного, теплообменного оборудования, химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств, сосудов под давлением, резервуаров нефтепродуктов, и другого оборудования в соответствии с утвержденными методиками контроля и другими нормативными документами.

Основные особенности АЭ-системы

В системе применены 8ми-канальные измерительные платы, содержащие высокопроизводительные программируемые логические интегральные схемы и цифровые сигнальные процессоры. На платах установлены узлы для регистрации формы волн в каждом канале. В системе используется шина PCI, обеспечивающая скорость передачи данных в компьютер до 132 Мбайт/сек.

АЭ-система комплектуется индустриальными шасси (далее системный блок) в исполнениях типа IRB (Iron Box) или LB (Lanch Box), с возможным количеством каналов 8, 16, 24, 32, 48 и 64 до 256. В системном блоке располагаются 8-канальные платы, встроенный PC компьютер, класса Pentium4, периферийные и другие устройства. Укомплектованная АЭ-система включает в себя системный блок с платами, кабельные линии, предварительные усилители, к входам которых подключаются приемные акустические преобразователи или интегральные акустические преобразователи (со встроенными предусилителями).

В каждом приемном канале АЭ-системы измеряются следующие основные параметры АЭ-сигналов:

- время прихода импульса АЭ (Time of Hit),
- энергетический параметр (Envelope Strength),
- амплитуда (Amplitude) сигнала,
- время нарастания сигнала (Risetime),
- длительность импульса АЭ (Duration),
- число превышений уровня порога (Counts) и др.

Задаются также программные фильтры измеряемых параметров, параметры локационных антенн и графиков.

В системе предусмотрена возможность установки параметров измерительных каналов в зависимости от особенностей распространения акустических волн в контролируемом объекте и условий приема АЭ сигналов.

Система имеет аналоговые входы (Parametric inputs) для измерения двух дополнительных параметров - давление, температура и др., а также светодиодную индикацию активности и функцию автотестирования датчика (AST) для каждого из каналов. Кроме того, для управления системой имеется по 8 цифровых входов и выходов.

Основные технические данные и характеристики.

- 1 Количество АЭ каналов – 8 – 64 и более, до 256.
- 2 Входной импеданс АЭ канала – 50 Ом.
- 3 Рабочий частотный диапазон АЭ-системы 1 кГц - 400 кГц (по уровню -3дБ).
- 4 Дополнительное усиление АЭ сигнала (дискретно) – 0дБ, 6дБ, 12дБ.
- 5 Число программируемых частот среза фильтров:

верхних частот – 4;

нижних частот – 4.

- 6 Стандартные частоты среза фильтров:

Верхних частот

(High Pass Filters)

- HP-1 1 kHz
- HP-2 5 kHz
- HP-3 20 kHz
- HP-4 100 kHz

Нижних частот

(Low Pass Filters)

- LP-1 50 kHz
- LP-2 100 kHz
- LP-3 200 kHz
- LP-4 400 kHz

- 7 Максимальное среднее значение (ASL) собственного шума при закороченном входе – не более 28 дБ.

- 8 Максимальное значение измеряемой амплитуды – 100 дБ.

- 9 Динамический диапазон измерения амплитуд сигналов АЭ не менее 72 дБ.

- 10 Максимальная частота дискретизации сигналов АЭ – 3 МГц.

- 11 Разрядность аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) – 16 бит.

- 12 Максимальная частота дискретизации параметрических сигналов – 10 кГц.

13 Форм-фактор платы – полноразмерная плата для PC (338x122x18мм).

14 Потребляемая мощность – 10 Ватт (на одну плату).

15 Вес платы – не более 350гр.

16 Средняя наработка на отказ системы (без учета компьютера и акустических преобразователей) не менее 3000 часов.

17 Установленный срок эксплуатации системы не менее 7 лет.

18 Ресурс системы - 10 лет.

19 Измеряемые в каждом канале первичные параметры сигналов АЭ:

Параметр сигнала	Ед. измер.	Разреш.	Диапазон
Время начала ("прихода") АЭ импульса (Time of Hit/Time of Test)	мкс	0.250	0...407 дней
Энергетический параметр - 1 (Envelope Strength, PAC Energy)	10 мкВ x с	1	0...65535
Энергетический параметр - 2 (Signal Strength)	3,05 пВ x с	1	0...1,31 x10 ⁸
Энергия (Absolute [True] Energy)	9,31 x 10 ⁻¹⁶ Дж	1	0...2,61 x 10 ⁻⁸
Амплитуда сигналов АЭ (Amplitude)	1 дБ *	1	15...100 дБ
Время нарастания сигналов АЭ (Rise Time)	мкс	1	0...65535
Длительность сигналов АЭ (Duration)	мкс	1	0...1000 мс
Число превышений порогового уровня (Counts)	раз (Counts)	1 (1 count)	0...65535
Число превышений порогового уровня до пика (Counts To Peak)	раз (Counts)	1 (1 count)	0...32768
Среднеквадратичное значение сигналов АЭ (RMS)	мВ	0,15	0...6 В
Среднее значение сигналов АЭ (ASL)	дБ	1	0...100
Устанавливаемый пороговый уровень регистрации сигналов АЭ (Threshold)	дБ	1	15...99

* За 0дБ принято значение амплитуды в 1мкВ на входе предварительного усилителя. Обеспечивается регистрации формы волны.

20 Предел допустимой абсолютной погрешности измерения амплитуд сигналов АЭ на входах системного блока в диапазон 45 – 100 дБ при измерении на частоте 150 кГц, не более ± 1 дБ, для амплитуд менее 45 дБ не более ± 2 дБ.

21 Предел допустимой относительной погрешности измерения времени нарастания (Risetime) сигналов АЭ ±15%.

22 Предел допустимой относительной погрешности измерения длительности (Duration) сигналов АЭ ±5%.

23 Предел допустимой относительной погрешности измерения числа превышений порогового уровня (Counts) $\pm 5\%$.

24 Предел допустимой относительной погрешности измерения энергетического параметра (Envelope Strength, PAC Energy) $\pm 5\%$. Параметр представляет собой интеграл от огибающей (площадь "под огибающей") сигнала АЭ на входе системного блока.

25 В системе имеются 2 параметрических канала для измерения напряжений от внешних параметрических источников (давления, температуры и др.). Вход 1 канала является дифференциальным, 2 – однополярный и имеют следующие технические характеристики:

№ п/п	Характеристика	Параметрический канал	
		1	2
1	Диапазон рабочих частот	0...10 кГц	0...10 кГц
2	Переключаемые фильтры	30 Гц/10 кГц	10 кГц
3	Коэффициент усиления	1, 10, 100 или 1000	1
4	Входное сопротивление	1 Мом	1 Мом
5	Диапазон измеряемых напряжений	± 10 В (двуполярн.)	± 10 В (однополярн.)
6	Разрядность АЦП	12 бит	16 бит
7	Частота выборки АЦП	10kSPS	10kSPS

26 Описание внешнего разъема параметрических каналов:

№ контакта	Назначение	Описание
1	+ Параметр #1, Вход	+ Дифференциальный вход +/- 10 В
2	- Параметр #1, Вход	- Дифференциальный вход +/- 10 В
3	Параметр #1, Земля	Аналоговая земля для внешних цепей
4	Параметр #1, Земля	Аналоговая земля для внешних цепей
5	Параметр #2, Земля	Аналоговая земля для внешних цепей
6	Параметр #2, Вход	Однополярный вход + или - 10В
7	Аналоговая земля	Аналоговая земля для внешних цепей
8	Выход программируемого напряжения	0 -10В ИП для внешних цепей
9	Не используется	Не используется
10	Не используется	Не используется
11	Цифровой Вход 1, Тест старт	0 - 3,3В TTL вход - активный высокий уровень
12	Цифровой Вход 2, триггер Стриминга	0 - 3,3В TTL вход - активный высокий уровень
13	Цифровой Вход 3, триггер Хитов	0 - 3,3В TTL вход - активный высокий уровень

14	Цифровой Вход 4, Запрет	0 - 3,3В TTL вход - активный низкий уровень
15	Цифровой Вход 5, Энкодер А	0 - 3,3В TTL вход
16	Цифровой Вход 6, Энкодер В	0 - 3,3В TTL вход
17	Цифровой Вход 7	0 - 3,3В TTL вход
18	Цифровой Вход 8	0 - 3,3В TTL вход
19	Цифровой выход 1 сигнала тревоги	0 - 3,3В TTL выход - активный высокий уровень
20	Цифровой выход 2, остановка тревоги	0 - 3,3В TTL выход - активный высокий уровень
21	Цифровой выход 3	0 - 3,3В TTL выход
22	Цифровой выход 4	0 - 3,3В TTL выход
23	Цифровой выход 5	0 - 3,3В TTL выход
24	Цифровой выход 6	0 - 3,3В TTL выход
25	Цифровой выход 7	0 - 3,3В TTL выход
26	Цифровой выход 8	0 - 3,3В TTL выход

27 В каждом канале программно устанавливаются временные параметры аппаратуры:

Параметр	Разрешение	Диапазон
HDT - интервал контроля длительности АЭ-сигнала (Hit Definition Time)	1 мкс	40 мкс –65,5 мс
HLT - интервал контроля конца АЭ-сигнала (Hit Lockout Time)	1 мкс	40 мкс –65,5 мс
PDT - интервал контроля пика АЭ-сигнала (Peak Definition Time)	1 мкс	40 мкс –65,5 мс

28 Предел допустимой абсолютной погрешности измерения напряжения параметрических каналов составляет ± 30 мВ.

29 АЭ-система имеет световую и звуковую сигнализацию превышения установленного порога.

30 Системный блок АЭ-системы устойчив к воздействию температуры окружающего воздуха от $+10^{\circ}\text{C}$ до $+45^{\circ}\text{C}$, верхнее значение относительной влажности 90% при $+35^{\circ}\text{C}$ и более низких температурах без конденсации влаги. Может использоваться вне агрессивных сред.

31 Параметры питания АЭ-системы от сети однофазного переменного тока:

- Эффективное значение напряжения от 220В, (+5%, -10%).
- Частота переменного тока 48 - 62 Гц.
- При работе с АЭ-системой требуется заземление.

Структура системы

Основными элементами системы являются 8-канальные измерительные платы, к входам которых через кабельные линии подключаются акустические преобразователи с предварительными усилителями. В состав системы входит также встроенный компьютер и монитор. Первая плата имеет 8 параметрических входов для измерения таких дополнительных параметров, как температура, давление и т.д.

Платы подключены к высокопроизводительной PCI шине. В состав системы входят датчики (акустические пьезопреобразователи) со встроенными или внешними предварительными усилителями, устройства крепления датчиков на контролируемом объекте, коаксиальные кабельные линии для передачи АЭ сигналов от предварительных усилителей к системному блоку, другие аксессуары и специализированное программное обеспечение. Платы обеспечивают прием сигналов АЭ, предварительную обработку, измерение параметров сигналов, буферизацию данных и их передачу в центральный компьютер системы, который и производит дальнейшую обработку информации, ее представление в графическом виде для последующего анализа.

2.1.3 Дополнительные требования к системе

Средства измерения должны иметь сертификат утверждения типа средства измерения, свидетельство о первичной поверке (с остаточным сроком действия с даты поставки не менее 90% от общего срока действия), описание типа средства измерения, методику поверки.

Все оборудование должно быть новым, не бывшим в употреблении.

Все оборудование должно иметь гарантийные обязательства не менее 1 года с даты поставки (высокотемпературные датчики – не менее 3 месяцев), инструкцию пользователя на русском языке.

2.2 Рабочая станция

Рабочая станция предназначена для обеспечения функционирования измерительной системы и интерфейса с оператором.

Системный блок рабочей станции должен иметь промышленное исполнение Iron-box с параметрами не ниже следующих: процессорная плата PICMG PCA-6010VG, блок питания FSP 450W, Процессор Intel Core 2 Duo E7500 2.93GHz Socket 775, вентилятор 1U Socket 775, модули памяти DIMM DDR2 6400 1Gb Kingston KVR800D2N6/1G - 2шт., жесткий диск 250Gb WD Caviar Blue, картридер All-in-One Internal, привод CD-DVD-RW NEC SATA, USB-порты.

Рабочая станция должна комплектоваться следующими периферийными и интерфейсными средствами: клавиатура с touch-pad, монитор LCD 23", ОС Windows7 не ниже Professional.

2.3 Специализированная 8-ми канальная плата обработки акустических сигналов

8-канальная плата с цифровыми процессорами, регистрирующая параметры импульсов АЭ и их форму. Плата состоит из аналоговой и цифровой частей. На плате имеются выходы для подключения индикаторных светодиодов, выходы на звуковой монитор, и по 8 цифровых входов и выходов, использующихся для управления. Несколько таких плат в системном блоке могут быть объединены общей шиной PCI синхронизации для формирования единой измерительной системы.

Благодаря применению сигнального DSP-процессора плата имеет высокую производительность и незначительно загружает центральный процессор компьютера.

Входной импеданс каналов 50 Ом. На плате смонтированы 8 16-битных АЦП с 8-ю синхронными логическими интегральными схемами типа ASIC, регистрирующими как параметры сигналов АЭ, так и их форму.

Исключительная компактность и малое потребление энергии.

Данная плата является высокочастотной с полосой входных частот 1...400 кГц. Плата имеет опцию работы с записью непрерывного потока данных на диск через канал прямого доступа к памяти. В системе предусмотрена регистрация двух медленноменяющихся параметров, таких как деформация, давление, и др. Для удобства подключения подводящих кабелей к плате на ней установлены 8 компактных разъёмов типа SMB, вместо стандартных BNC, применяющихся на других платах.

Медленноменяющиеся параметры:

Среднеквадратичное значение (RMS)	Средний уровень сигнала (ASL)
Пороговое значение (при изменяющемся пороге)	Абсолютная энергия сигнала

2.3.1 Технические характеристики 8-ми канальной платы

Характеристика	Каналы акустической эмиссии
Число входных каналов АЭ	8
Входной импеданс (Ом)	50
Напряжение питания пред. усилителей	Управляющее режимами работы предусилителей, изменяемое, до +28В
Полоса частот канала АЭ (кГц)	1-400
Фильтры высоких частот	1, 5, 20, 100
Фильтры низких частот (КГц)	50,100, 200, 400
Макс. амплитуда сигналов (дБ отн. 1 мкВ)	100
Тип АЦП	16 бит
Макс. частота отсчетов (Мега-отсчетов/сек)	3
Устанавливаемая частота отсчетов(отсчетов/сек)	100К, 200К,500К, 1М, 3М
Регистрация формы волны	стандартно
Максимальная длина выборки (отсчетов)	4К
Автоматический тест датчиков (AST)	имеется
Запись непрерывных сигналов	Есть
Число входных параметрических каналов/разрядность АЦП	2/16 бит
Частота выборки парам. каналов (отсчетов/сек)	10000
Интервал отсчетов парам. каналов	10 мсек - 60 сек
Диапазон изменения напряжения на входах параметрических каналов (В)	±10, ±1, ±0.1, ±0.01
Потребляемая мощность (Вт)	10
Размеры платы (Д x В x Ш)	341 x 121 x 18

2.3.2 Структурная схема 8-ми канальной платы

Структурная схема платы приведена на рисунке 1. К входам 8-канальных измерительных плат через кабельные линии подключаются акустические преобразователи с предварительными усилителями. Плата имеет 8 параметрических входов для измерения таких дополнительных параметров, как температура, давление и т.д.

Плата имеет модуль управления режимами работы предусилителей путем установки соответствующего уровня напряжения питания предусилителей по сигнальной линии.

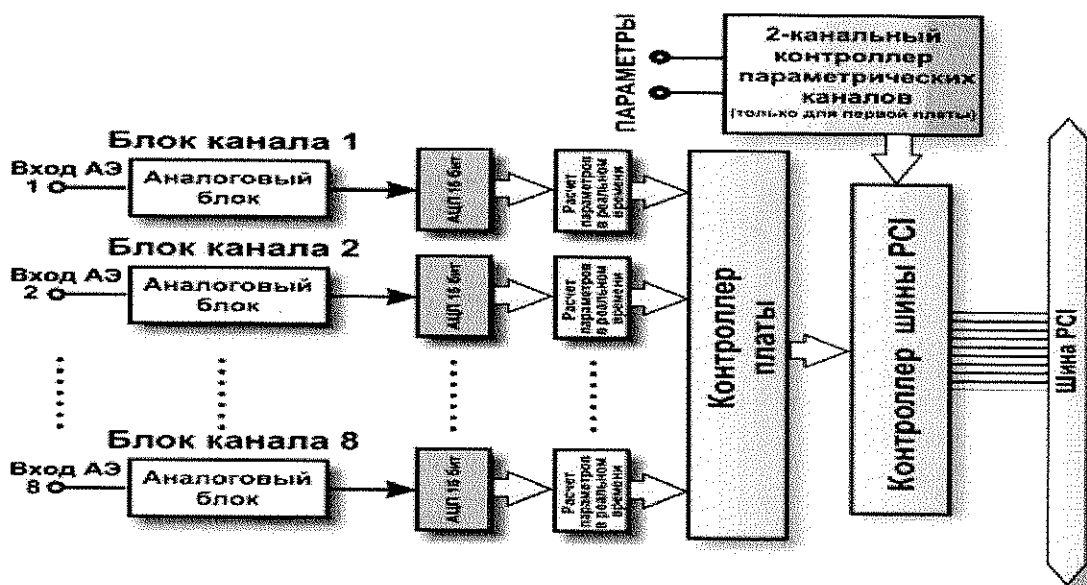


Рисунок 1. Структурная схема 8-канальной платы.

2.4 Высокотемпературный дифференциальный АЭ датчик с удлиненным интегрированным высокотемпературным кабелем

2.4.1 Описание датчика

Высокотемпературный дифференциальный датчик предназначен для использования в отрасли ядерной энергетики. Дифференциальные входы обеспечивают датчикам возможность работать даже в экстремально шумных средах.

Датчик имеет прочное гнездо из материала Inconel-600 и интегрированный кабель длиной 0,6 м повышенной жёсткости. Кабель датчика соединяется (методом обжатия) с гибким твинаксиальным кабелем с изоляцией типа Tefzel (Фторопласт-40) длиной 49,4 м для связи с интерфейсами приборов. Общая длина кабеля датчика – 50 м. Корпус датчика изготовлен методом высокопрочной герметичной сварки для использования в жестких радиоактивных средах.

Резонансная частота датчика – 100 кГц, ширина полосы пропускания – 80 кГц...560 кГц. Все материалы, используемые в конструктиве датчика должны пройти проверку на возможность использования в радиоактивных средах. Максимальная рабочая температура датчика составляет +540°C, гибкого кабеля до +150°C.

Датчик пригоден для использования в условиях высокотемпературных радиоактивных сред, например, в том числе на атомных электростанциях. Они могут быть использованы для мониторинга высокотемпературного оборудования.

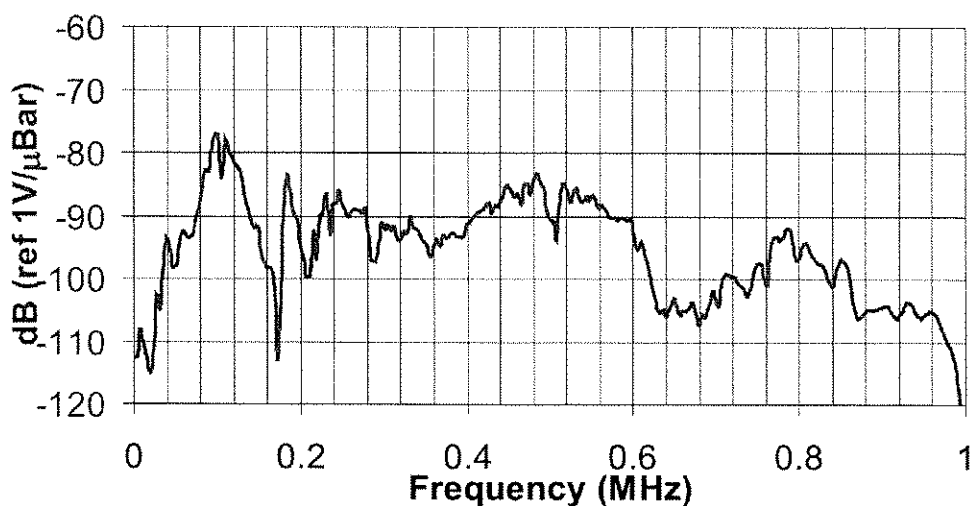
2.4.2 Технические характеристики датчика

Предел чувствительности, отн. В/(м/с)	Не менее 52 дБ
Предел чувствительности, отн. В/мкбар	Не менее -82 дБ
Рабочий диапазон частот	Не хуже 50...650 кГц
Резонансная частота, отн. В/(м/с)	60 дБ
Резонансная частота, отн. В/мкбар	100 кГц
Направленность	+ / - 1,5 дБ
Диапазон температур	От -65 до 540 °С
Относительная влажность	До 90%
Ударные нагрузки	10.000 г
Суммарное гамма излучение в течение 40 лет интегрированной дозы (рад)	1×10^9
Суммарный нейтронный поток в течение 40 лет интегрированной дозы (н/см ²)	2.23×10^{17}
Вес	60 грамм (с жестким кабелем)
Материал корпуса	Inconel 600
Разъем	Двойной BNC по гибкому кабелю
Размещение разъемов	Боковые
Герметизация	Сварка
Импеданс (между контактом и землей)	20 МОм

2.4.3 Частотная характеристика датчика

Частотная и фазовая характеристика датчика не должна отличаться от представленной на рисунке 2 более чем на 20%.

Рисунок 2 - Типовая амплитудно-частотная характеристика датчика



2.5 Радиационно-стойкий предусилитель для дифференциального АЭ датчика

2.5.1 Общее описание

Предусилитель используется для подключения дифференциальных датчиков с длиной кабельной линией связи до 100 м. Тип усилителя – усилитель заряда, сохраняющий чувствительность независимо от длины кабельной линии связи.

Предусилитель имеет переключаемый коэффициент усиления 40/60 дБ, стандартную полосу пропускания 20...600 кГц, сменный полосовой фильтр, а также встроенный тестовый сигнал.

В предусилителе имеется 3 разъема типа BNC для использования совместно с коаксиальными кабелями. На ПУ подается входной сигнал от любого дифференциального пьезоэлектрического датчика, работающего в полосе частот 20...600 кГц. Ниже дается описание всех трех разъемов ПУ:

- Вход Сигнала - разъем предназначен для соединения с однополюсным датчиком, с которого подается входной АЭ сигнал.
- Вход Питания /Выход Сигнала - разъем Вход Питания /Выход Сигнала обеспечивает питание 28В постоянного напряжения ПУ от основной АЭ аппаратуры. По этому же кабелю выходной АЭ усиленный сигнал передается в АЭ систему для последующей обработки.
- Вход Питания Контрольного Сигнала - данный вход позволяет производить контроль ПУ. Для этого на вход подается постоянное напряжение 12В. Под действием напряжения происходит отсоединение выхода АЭ датчика от входа ПУ и одновременно соединение выхода генератора сигналов со входом ПУ. Подача на вход ПУ сигнала заданного уровня с генератора позволяет контролировать общее усиление во всей цепи и, таким образом, гарантировать нормальное функционирование системы

2.5.2 Спецификация

- Корпус: алюминиевый, промышленного исполнения.
- Длина кабельной линии связи датчика с предусилителем: до 100 м.
- Длина кабельной линии связи предусилителя с платой обработки сигнала: до 300 м на 50 Ом.
- Динамический диапазон: не менее 80 дБ.
- Шум (RMS, приведенный ко входу): < 3 мкВ.
- Усиление: 100 мВ/пКл и 1000 мВ/пКл (устанавливается напряжением питания предусилителя), что эквивалентно 40 и 60 дБ.
- Точность коэффициента усиления: ± 1 дБ.
- Встроенные режимы проверки: 2 типа (устанавливается напряжением питания предусилителя).
- Максимальный выходной сигнал: размах 10 В (на 50 Ом).
- Полоса предусилителя: 20...600 кГц.
- Полоса встроенного фильтра: 100...300 кГц (возможна замена).
- Входное сопротивление: высокое.
- Разъемы: BNC.
- Ток потребления: 25 мА.

- Питание: по сигнальному кабелю по фантомной схеме.
- Блок фильтров: стандартные пассивные фильтры.
- Тестовый сигнал предусилителя: 100 мВ в размахе, 200 кГц синус, устанавливается напряжением питания 19...20,5 В.
- Тестовый сигнал датчика: меандр с периодом 12 мкс. Активизируется рутем отключения питания предусилителя примерно на 5 мкс.
- Размеры: не более 12x7x4 см.
- Вес: не более 210 гр.
- Стойкость к радиации: 2 МРад

2.5.3 Перечень сменных встроенных фильтров

ФВЧ	ПФ	НЧ
Частота, кГц	Частота, кГц	Частота, кГц
3	20-100	400
20	50-200	
50	100-300	
100	100-1200	
200	200-400	
300	300-600	
400	400-600	
500	600-1200	
600		

2.6 Высокотемпературный несимметричный АЭ датчик с удлиненным интегрированным высокотемпературным кабелем

2.6.1 Описание датчика

Высокотемпературный несимметричный датчик предназначен для использования в отрасли ядерной энергетики.

Датчик имеет прочное гнездо из материала Inconel-600 и интегрированный кабель длиной 0,6 м повышенной жёсткости. Кабель датчика соединяется (методом обжатия) с гибким твинаксиальным кабелем с изоляцией типа Tefzel (Фторопласт-40) длиной 49,4 м для связи с интерфейсами приборов. Общая длина кабеля датчика – 50 м. Корпус датчика изготовлен методом высокопрочной герметичной сварки для использования в жестких радиоактивных средах.

Резонансная частота датчика – 100 кГц, ширина полосы пропускания – 80 кГц...560 кГц. Все материалы, используемые в конструктиве датчика должны пройти проверку на возможность использования в радиоактивных средах. Максимальная рабочая температура датчика составляет +540°C, гибкого кабеля до +150°C.

Датчик пригоден для использования в условиях высокотемпературных радиоактивных сред, например, в том числе на атомных электростанциях. Они могут быть использованы для мониторинга высокотемпературного оборудования.

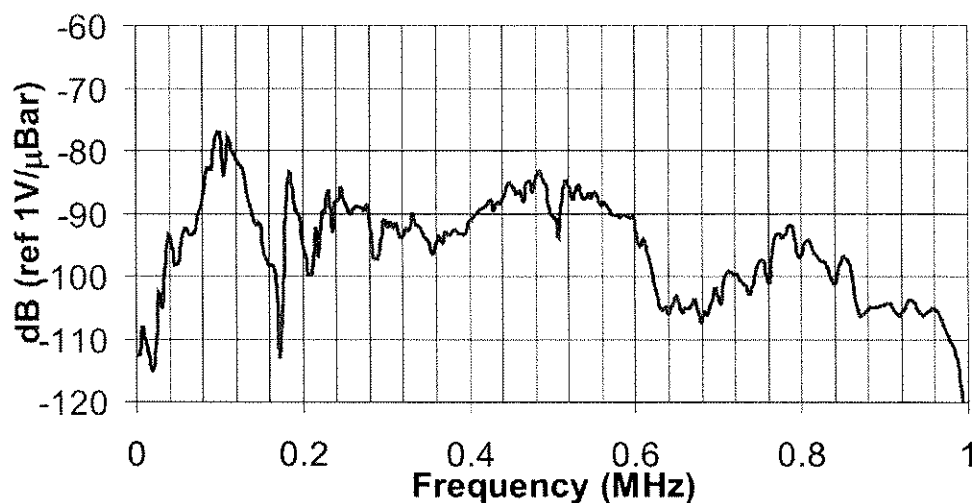
2.6.2 Технические характеристики датчика

Предел чувствительности, отн. В/(м/с)	Не менее 52 дБ
Предел чувствительности, отн. В/мкбар	Не менее -82 дБ
Рабочий диапазон частот	Не хуже 50...650 кГц
Резонансная частота, отн. В/(м/с)	60 дБ
Резонансная частота, отн. В/мкбар	100 кГц
Направленность	+ / - 1,5 дБ
Диапазон температур	От -65 до 540 °С
Относительная влажность	До 90%
Ударные нагрузки	10.000 г
Суммарное гамма излучение в течение 40 лет интегрированной дозы (рад)	1×10^9
Суммарный нейтронный поток в течение 40 лет интегрированной дозы (н/см ²)	2.23×10^{17}
Вес	60 грамм (с жестким кабелем)
Материал корпуса	Inconel 600
Разъем	BNC по гибкому кабелю
Размещение разъемов	Боковые
Герметизация	Сварка
Импеданс (между контактом и землей)	20 МОм

2.6.3 Частотная характеристика датчика

Частотная и фазовая характеристика датчика не должна отличаться от представленной на рисунке 3 более чем на 20%.

Рисунок 3 - Типовая амплитудно-частотная характеристика датчика



2.7 Радиационно-стойкий предусилитель для несимметричного АЭ датчика

2.7.1 Общее описание

Предусилитель используется для подключения дифференциальных датчиков с длинной кабельной линией связи до 100 м. Тип усилителя – усилитель заряда, сохраняющий чувствительность независимо от длины кабельной линии связи.

Предусилитель имеет переключаемый коэффициент усиления 40/60 дБ, стандартную полосу пропускания 20...600 кГц, сменный полосовой фильтр, а также встроенный тестовый сигнал.

В предусилителе имеется 3 разъема типа BNC для использования совместно с коаксиальными кабелями. На ПУ подается входной сигнал от любого дифференциального пьезоэлектрического датчика, работающего в полосе частот 20...600 кГц. Ниже дается описание всех трех разъемов ПУ:

- Вход Сигнала - разъем предназначен для соединения с однополюсным датчиком, с которого подается входной АЭ сигнал.
- Вход Питания /Выход Сигнала - разъем Вход Питания /Выход Сигнала обеспечивает питание 28В постоянного напряжения ПУ от основной АЭ аппаратуры. По этому же кабелю выходной АЭ усиленный сигнал передается в АЭ систему для последующей обработки.
- Вход Питания Контрольного Сигнала - данный вход позволяет производить контроль ПУ. Для этого на вход подается постоянное напряжение 12В. Под действием напряжения происходит отсоединение выхода АЭ датчика от входа ПУ и одновременно соединение выхода генератора сигналов со входом ПУ. Подача на вход ПУ сигнала заданного уровня с генератора позволяет контролировать общее усиление во всей цепи и, таким образом, гарантировать нормальное функционирование системы

2.7.2 Спецификация

- Корпус: алюминиевый, промышленного исполнения.
- Длина кабельной линии связи датчика с предусилителем: до 100 м.
- Длина кабельной линии связи предусилителя с платой обработки сигнала: до 300 м на 50 Ом.
- Динамический диапазон: не менее 80 дБ.
- Шум (RMS, приведенный ко входу): < 3 мкВ.
- Усиление: 100 мВ/пКл и 1000 мВ/пКл (устанавливается напряжением питания предусилителя), что эквивалентно 40 и 60 дБ.
- Точность коэффициента усиления: ± 1 дБ.
- Встроенные режимы проверки: 2 типа (устанавливается напряжением питания предусилителя).
- Максимальный выходной сигнал: размах 10 В (на 50 Ом).
- Полоса предусилителя: 20...600 кГц.
- Полоса встроенного фильтра: 100...300 кГц (возможна замена).
- Входное сопротивление: высокое.
- Разъемы: BNC.
- Ток потребления: 25 мА.

- Питание: по сигнальному кабелю по фантомной схеме.
- Блок фильтров: стандартные пассивные фильтры.
- Тестовый сигнал предусилителя: 100 мВ в размахе, 200 кГц синус, устанавливается напряжением питания 19...20,5 В.
- Тестовый сигнал датчика: меандр с периодом 12 мкс. Активизируется рутем отключения питания предусилителя примерно на 5 мкс.
- Размеры: не более 12х7х4 см.
- Вес: не более 210 гр.
- Стойкость к радиации: 2 МРад

2.7.3 Перечень сменных встроенных фильтров

ФВЧ	ПФ	НЧ
Частота, кГц	Частота, кГц	Частота, кГц
3	20-100	400
20	50-200	
50	100-300	
100	100-1200	
200	200-400	
300	300-600	
400	400-600	
500	600-1200	
600		

2.8 Высокотемпературный несимметричный АЭ датчик с интегрированным высокотемпературным кабелем

2.8.1 Описание датчика

Высокотемпературный несимметричный датчик предназначен для использования в отрасли ядерной энергетики.

Датчик имеет прочное гнездо из материала Inconel-600 и интегрированный кабель длиной 0,6 м повышенной жёсткости. Кабель датчика соединяется (методом обжатия) с гибким твинаксиальным кабелем с изоляцией типа Tefzel (Фторопласт-40) длиной 7,01 м для связи с интерфейсами приборов. Общая длина кабеля датчика – 7,61 м. Корпус датчика изготовлен методом высокопрочной герметичной сварки для использования в жестких радиоактивных средах.

Резонансная частота датчика – 100 кГц, ширина полосы пропускания – 80 кГц...560 кГц. Все материалы, используемые в конструктиве датчика должны пройти проверку на возможность использования в радиоактивных средах. Максимальная рабочая температура датчика составляет +540°C, гибкого кабеля до +150°C.

Датчик пригоден для использования в условиях высокотемпературных радиоактивных сред, например, в том числе на атомных электростанциях. Они могут быть использованы для мониторинга высокотемпературного оборудования.

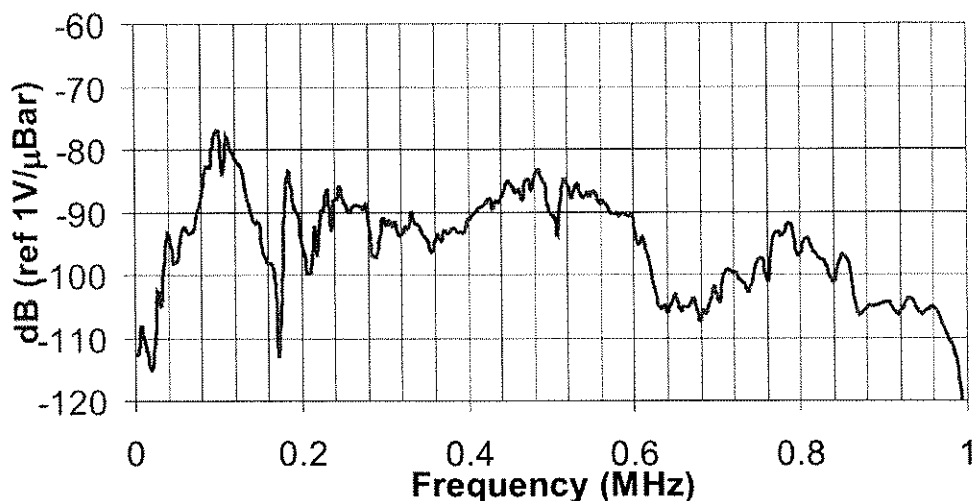
2.8.2 Технические характеристики датчика

Предел чувствительности, отн. В/(м/с)	Не менее 52 дБ
Предел чувствительности, отн. В/мкбар	Не менее -82 дБ
Рабочий диапазон частот	Не хуже 50...650 кГц
Резонансная частота, отн. В/(м/с)	60 дБ
Резонансная частота, отн. В/мкбар	100 кГц
Направленность	+ / - 1,5 дБ
Диапазон температур	От -65 до 540 °С
Относительная влажность	До 90%
Ударные нагрузки	10.000 г
Суммарное гамма излучение в течение 40 лет интегрированной дозы (рад)	1×10^9
Суммарный нейтронный поток в течение 40 лет интегрированной дозы (н/см ²)	2.23×10^{17}
Вес	60 грамм (с жестким кабелем)
Материал корпуса	Inconel 600
Разъем	BNC по гибкому кабелю
Размещение разъемов	Боковые
Герметизация	Сварка
Импеданс (между контактом и землей)	20 МОм

2.8.3 Частотная характеристика датчика

Частотная и фазовая характеристика датчика не должна отличаться от представленной на рисунке 4 более чем на 20%.

Рисунок 4 - Типовая амплитудно-частотная характеристика датчика



2.9 Предусилитель с фильтром ВЧ

2.9.1 Описание ПУ

Предусилитель имеет следующие основные характеристики:

- электропитание по сигнальной кабельной линии
- разъемы BNC
- регулируемый коэффициент усиления 20/40/60 дБ (задается переключателем)
- для подключения как дифференциальных, так и несимметричных датчиков (задается переключателем)
- сменные встраиваемые частотные фильтры (ФВЧ, ФНЧ, ПФ) со стандартными характеристиками и калиброванным коэффициентом передачи
- стандартная функция автопроверки датчика (AST), позволяющая передавать тестовый излучающий сигнал на датчик

2.9.2 Спецификация ПУ

Предусилитель имеет следующие технические параметры:

- температура рабочей среды: от -40°C до $+65^{\circ}\text{C}$
- встроенный сменный фильтр ФВЧ 50 кГц
- регулируемый коэффициент усиления: 20/40/60 дБ ± 0.5 дБ
- входной импеданс: 10 кОм/15 пФ
- постоянное напряжение питания: 18...28 В
- рабочий ток: 30 мА с тестом AST, 28 мА без теста AST
- динамический диапазон: не менее 80 дБ (50 Ом вход)
- габаритные размеры: не более 15 x 7 x 4 см
- вес: не более 210 г

Частотные характеристики:

Коэффициент усиления	20 дБ	40дБ	60дБ
Частотная полоса (-3дБ)	10 кГц...2.5 МГц	10 кГц...2.0 МГц	10 кГц...900 кГц
Выходное напряжение:	20 В	20 В	6В
Коэффициент ослабления	42 дБ	42 дБ	42 дБ

Шумы (RMS):

Частотный отклик фильтра	20дБ	40дБ	60дБ	20дБ	40дБ	60дБ
	с датчиком	с датчиком	с датчиком	вход закорочен	вход закорочен	вход закорочен
135...185 кГц	3мкВ	1.4 мкВ	1.5 мкВ	2.0 мкВ	1.0 мкВ	0.42 мкВ
100...300 кГц	3 мкВ	1.8 мкВ	1.8 мкВ	2.3 мкВ	1.0 мкВ	0.8 мкВ
10...2000 кГц	5 мкВ	4.0 мкВ	3.0 мкВ	4.0 мкВ	3.0 мкВ	2.5 мкВ

2.10 Предусилитель с полосовым фильтром

2.10.1 Описание ПУ

Предусилитель имеет следующие основные характеристики:

- электропитание по сигнальной кабельной линии
- разъемы BNC
- регулируемый коэффициент усиления 20/40/60 дБ (задается переключателем)
- для подключения как дифференциальных, так и несимметричных датчиков (задается переключателем)
- сменные встраиваемые частотные фильтры (ФВЧ, ФНЧ, ПФ) со стандартными характеристиками и калиброванным коэффициентом передачи
- стандартная функция автопроверки датчика (AST), позволяющая передавать тестовый излучающий сигнал на датчик

2.10.2 Спецификация ПУ

Предусилитель имеет следующие технические параметры:

- температура рабочей среды: от -40°C до $+65^{\circ}\text{C}$
- встроенный сменный полосовой фильтр 100 кГц ... 400 кГц
- регулируемый коэффициент усиления: 20/40/60 дБ ± 0.5 дБ
- входной импеданс: 10 кОм/15 пФ
- постоянное напряжение питания: 18...28 В
- рабочий ток: 30 мА с тестом AST, 28 мА без теста AST
- динамический диапазон: не менее 80 дБ (50 Ом вход)
- габаритные размеры: не более 15 x 7 x 4 см
- вес: не более 210 г

Частотные характеристики:

Коэффициент усиления	20 дБ	40 дБ	60 дБ
Частотная полоса (-3 дБ)	10 кГц...2.5 МГц	10 кГц...2.0 МГц	10 кГц...900 кГц
Выходное напряжение:	20 В	20 В	6 В
Коэффициент ослабления	42 дБ	42 дБ	42 дБ

Шумы (RMS):

Частотный отклик фильтра	20 дБ	40 дБ	60 дБ	20 дБ	40 дБ	60 дБ
	с датчиком	с датчиком	с датчиком	вход закорочен	вход закорочен	вход закорочен
135...185 кГц	3 мкВ	1.4 мкВ	1.5 мкВ	2.0 мкВ	1.0 мкВ	0.42 мкВ
100...300 кГц	3 мкВ	1.8 мкВ	1.8 мкВ	2.3 мкВ	1.0 мкВ	0.8 мкВ

10...2000 кГц	5 мкВ	4.0 мкВ	3.0 мкВ	4.0 мкВ	3.0 мкВ	2.5 мкВ
---------------	-------	---------	---------	---------	---------	---------

2.11 Кабель BNC-BNC на катушке (200м)

2.11.1 Описание кабеля

Кабель соединительный (предусилителя и платы обработки сигналов), разъемы BNC-BNC, на катушке, длина 200м.

2.12 Кабель-переходник SMC/BNC

2.12.1 Описание кабеля

Кабель-переходник для подключения кабеля 200м с разъемом BNC к многоканальной плате обработки сигналов с компактным разъемом SMC.

2.13 Программное обеспечение на 8 каналов (зонная и линейная АЭ локации)

2.13.1 Общее описание

Это пакет сбора и обработки сигналов АЭ в реальном времени.

Основано на идеологии 32-битной шины PCI и 32-битного программного обеспечения в операционных системах WINDOWS XP и WINDOWS 7. Используются все возможности ОС Windows, включая печать, графику, работу в сети, многозадачность, и пр. Возможность синхронизации работы многоканальных систем при использовании различных алгоритмов локации и регистрации форм сигналов АЭ.

2.13.2 Основные характеристики ПО

- Сбор данных, измерение параметров импульсов АЭ с одновременной регистрацией форм волн; их воспроизведение. Возможен запуск нескольких сессий (т.е. одновременный сбор данных и их обработка). Имеется синхронный режим записи волновых форм (многоканальный осциллограф), при котором происходит регистрация только форм сигналов АЭ, с возможностью последующего объединения в события АЭ и подробного исследования.
- Задание множества типов графиков, включая двумерные, трехмерные (с возможностью вращения их для лучшего просмотра), линейные и точечные графики, гистограммы, возможность отображать несколько зависимостей на одном графике, графики форм волн, частотных спектров сигналов и многие другие возможности.
- Отображение необходимого кол-ва графиков на одной странице. Создание множества страниц, на которых графики сгруппированы по сходным признакам, определенным пользователем.
- Графическое увеличение, кадрирование, прокрутка графиков, отсчет физических координат по курсору.
- Связь событий АЭ с образующими события импульсами на различных графиках. Возможность просмотра форм волн в событиях (при регистрации форм сигналов).
- Имеются разнообразные режимы локации источников АЭ (зонная, линейная, локация на плоскости, цилиндре, конусе и сфере, локация днища резервуара, трехмерная (объемная) локация). Все алгоритмы локации, кроме зонной и линейной, используют высокоточный принцип нелинейной регрессии и таблицы затухания АЭ сигналов в объекте для оценки амплитуды в источнике. Расположение датчиков может задаваться автоматически или вручную произвольным образом.
- Введен принцип «структурной» установки локации, когда пользователь выбирает структуру объекта для визуализации и расстановки датчиков АЭ. Возможности выбора

следующие: плоскость, цилиндрический объект для двумерной локации, локация на сфере, конусе, локация днища резервуара, и трехмерная объёмная локация. Датчики размещаются на структуре пользователем, при этом он может также задать отображение на ней сварных швов и патрубков.

- Имеется возможность установки тревог и предупреждений при превышении различными параметрами АЭ порогов, заданных пользователем, в том числе тревоги при определении шума течи, образования трещины, и др.

2.13.3 Локация на сфере

- Локация на сфере использует принцип нелинейной регрессии Пауэла с учетом 3-8 импульсов на событие, что позволяет в ряде случаев избежать недостоверных «линейных локаций».
- Пользователь может выбрать любую начальную точку наблюдения, при этом осуществляя интерактивное панорамирование, увеличение и вращение сферы в реальном времени.
- Частота координатной сетки по выбору (или без неё).
- Сфера может быть «прозрачной» или «непрозрачной» для наблюдения.
- С помощью курсора можно считывать координаты, не прибегая к вычислениям.
- Возможен выбор цвета сферы, датчиков и событий.

2.13.4 Трехмерная локация

- Использован алгоритм симплексной нелинейной регрессии для 4-8 импульсов на событие.
- Ошибки в определении расстояния снижены за счет теоретического анализа «плоскостных» событий.
- Добавлена возможность калибровки локации по анализу событий от слома грифеля карандаша (источник Су-Нилсена) на любых плоскостях {XY.YZ и XZ}.
- Для упрощения установки, датчики показываются на двумерных проекциях сверху, в передней части и сбоку.
- Осуществляется интерактивное панорамирование, увеличение и вращение в реальном времени.
- С помощью курсора можно считывать координаты, не прибегая к вычислениям.
- Возможен выбор цвета датчиков и событий.

2.13.5 Служебные модули

В пакет ПО входит большое число служебных программ, служащих для преобразования и фильтрации файлов данных АЭ, статистических оценок данных в файлах, а также для дополнительных расчётов и обработки.

2.14 Программное обеспечение контроля трещин и протечек

Этот полнофункциональный пакет позволяет в реальном времени обнаруживать и идентифицировать дефекты и течи теплоносителя в контролируемых трубопроводах и оборудовании.

Предоставляется удобный графический интерфейс пользователю системы.

2.15 Электронный ключ для ПО с лицензией для сбора данных

Электронный ключ для ПО с лицензией для сбора и обработки данных.

2.16 Электронный ключ для ПО с лицензией для сбора данных

Электронный ключ для ПО с лицензией для обработки данных на дополнительном компьютере.

2.17 Консультативный курс по обучению работе с системой не менее 2-х дней

Покупателю, конечному пользователю предоставляется консультативный курс по обучению работе с системой не менее 2-х дней в г.Москва.

2.18 Комплект сопроводительной документации

Комплект сопроводительной документации должен включать: сертификат утверждения типа средства измерения, свидетельство о первичной поверке (с остаточным сроком действия с даты поставки не менее 90% от общего срока действия), описание типа средства измерения, методику поверки, инструкцию пользователя на русском языке (в том числе на ПО).

3 Универсальная измерительная система обработки АЭ сигналов

3.1 Требования к системе в целом

3.1.1 Состав системы

Состав универсальной измерительной системы обработки АЭ сигналов представлен в таблице 1.

Таблица 1. Состав требуемой универсальной измерительной системы обработки АЭ сигналов

№	Наименование	Кол-во
1	8-ми канальная плата обработки АЭ сигналов	1
2	Программное обеспечение на 8 каналов (зонная и линейная АЭ локации)	1
3	Электронный ключ для ПО с лицензией для сбора данных	1
4	Консультативный курс по обучению работе с системой не менее 2-х дней	1
5	Комплект сопроводительной документации	1

3.1.2 Общие требования к системе

Система (далее АЭ-система) предназначена для измерения и регистрации параметров сигналов акустической эмиссии (АЭ) в процессе АЭ-обследований с целью контроля состояния потенциально опасного оборудования, работающего под нагрузкой. Система обеспечивает накопление и хранение зарегистрированных данных, обработку данных и их представление для анализа в графическом виде.

Система использует широко применяемую на практике технологию цифровой обработки сигналов. Система позволяет наблюдать динамику акустической активности контролируемого объекта в ходе испытаний в реальном масштабе времени и может быть

использована при различных способах нагружения объекта, в том числе при пневмоиспытаниях.

Система применяется для контроля магистральных и технологических трубопроводов, емкостного, колонного, реакторного, теплообменного оборудования, химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств, сосудов под давлением, резервуаров нефтепродуктов, и другого оборудования в соответствии с утвержденными методиками контроля и другими нормативными документами.

Основные особенности АЭ-системы

В системе применены 8и-канальные измерительные платы, содержащие высокопроизводительные программируемые логические интегральные схемы и цифровые сигнальные процессоры. На платах установлены узлы для регистрации формы волн в каждом канале. В системе используется шина PCI, обеспечивающая скорость передачи данных в компьютер до 132 Мбайт/сек.

Платы могут быть установлена в системный блок любого современного компьютера со стандартной шиной PCI (в том числе промышленного исполнения). При установке в один компьютер нескольких плат и их синхронизации возможное количество каналов в системе может составлять 8, 16, 24, 32, 48 и 64 до 256. Укомплектованная полномасштабная АЭ-система включает в себя системный блок с платами, кабельные линии, предварительные усилители, к входам которых подключаются приемные акустические преобразователи или интегральные акустические преобразователи (со встроенными предусилителями).

В каждом приемном канале АЭ-системы измеряются следующие основные параметры АЭ-сигналов:

- время прихода импульса АЭ (Time of Hit),
- энергетический параметр (Envelope Strength),
- амплитуда (Amplitude) сигнала,
- время нарастания сигнала (Risetime),
- длительность импульса АЭ (Duration),
- число превышений уровня порога (Counts) и др.

Задаются также программные фильтры измеряемых параметров, параметры локационных антенн и графиков.

В системе предусмотрена возможность установки параметров измерительных каналов в зависимости от особенностей распространения акустических волн в контролируемом объекте и условий приема АЭ сигналов.

Система имеет аналоговые входы (Parametric inputs) для измерения двух дополнительных параметров - давление, температура и др., а также светодиодную индикацию активности и функцию автотестирования датчика (AST) для каждого из каналов. Кроме того, для управления системой имеется по 8 цифровых входов и выходов.

Основные технические данные и характеристики.

- 1 Количество АЭ каналов – 8 – 64 и более, до256.
- 2 Входной импеданс АЭ канала – 50 Ом.
- 3 Рабочий частотный диапазон АЭ-системы 1 кГц - 400 кГц (по уровню -3дБ).
- 4 Дополнительное усиление АЭ сигнала (дискретно) – 0дБ, 6дБ, 12дБ.
- 5 Число программируемых частот среза фильтров:

верхних частот – 4;

нижних частот – 4.

6 Стандартные частоты среза фильтров:

Верхних частот

Нижних частот

(High Pass Filters)

(Low Pass Filters)

• HP-1 1 kHz

LP-1 50 kHz

• HP-2 5 kHz

LP-2 100 kHz

• HP-3 20 kHz

LP-3 200 kHz

• HP-4 100 kHz

LP-4 400 kHz

7 Максимальное среднее значение (ASL) собственного шума при закороченном входе – не более 28 дБ.

8 Максимальное значение измеряемой амплитуды – 100 дБ.

9 Динамический диапазон измерения амплитуд сигналов АЭ не менее 72 дБ.

10 Максимальная частота дискретизации сигналов АЭ – 3 МГц.

11 Разрядность аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) – 16 бит.

12 Максимальная частота дискретизации параметрических сигналов – 10 кГц.

13 Форм-фактор платы – полноразмерная плата для PC (338x122x18мм).

14 Потребляемая мощность – 10 Ватт (на одну плату).

15 Вес платы – не более 350гр.

16 Средняя наработка на отказ системы (без учета компьютера и акустических преобразователей) не менее 3000 часов.

17 Установленный срок эксплуатации системы не менее 7 лет.

18 Ресурс системы - 10 лет.

19 Измеряемые в каждом канале первичные параметры сигналов АЭ:

Параметр сигнала	Ед. измер.	Разреш.	Диапазон
Время начала ("прихода") АЭ импульса (Time of Hit/Time of Test)	мкс	0.250	0...407 дней
Энергетический параметр - 1 (Envelope Strength, PAC Energy)	10 мкВ x с	1	0...65535
Энергетический параметр - 2 (Signal Strength)	3,05 пВ x с	1	0...1,31 x10 ⁸
Энергия (Absolute [True] Energy)	9,31 x 10 ⁻¹⁶ Дж	1	0...2,61 x 10 ⁻⁸
Амплитуда сигналов АЭ (Amplitude)	1 дБ *	1	15...100 дБ
Время нарастания сигналов АЭ (Rise Time)	мкс	1	0...65535
Длительность сигналов АЭ (Duration)	мкс	1	0...1000 мс

Число превышений порогового уровня (Counts)	раз (Counts)	1 (1 count)	0...65535
Число превышений порогового уровня до пика (Counts To Peak)	раз (Counts)	1 (1 count)	0...32768
Среднеквадратичное значение сигналов АЭ (RMS)	мВ	0,15	0...6 В
Среднее значение сигналов АЭ (ASL)	дБ	1	0...100
Устанавливаемый пороговый уровень регистрации сигналов АЭ (Threshold)	дБ	1	15...99

* За 0дБ принято значение амплитуды в 1мкВ на входе предварительного усилителя. Обеспечивается регистрации формы волны.

20 Предел допустимой абсолютной погрешности измерения амплитуд сигналов АЭ на входах системного блока в диапазон 45 – 100 дБ при измерении на частоте 150 кГц, не более ± 1 дБ, для амплитуд менее 45 дБ не более ± 2 дБ.

21 Предел допустимой относительной погрешности измерения времени нарастания (Risetime) сигналов АЭ $\pm 15\%$.

22 Предел допустимой относительной погрешности измерения длительности (Duration) сигналов АЭ $\pm 5\%$.

23 Предел допустимой относительной погрешности измерения числа превышений порогового уровня (Counts) $\pm 5\%$.

24 Предел допустимой относительной погрешности измерения энергетического параметра (Envelope Strength, PAC Energy) $\pm 5\%$. Параметр представляет собой интеграл от огибающей (площадь "под огибающей") сигнала АЭ на входе системного блока.

25 В системе имеются 2 параметрических канала для измерения напряжений от внешних параметрических источников (давления, температуры и др.). Вход 1 канала является дифференциальным, 2 – однополярный и имеют следующие технические характеристики:

№ п/п	Характеристика	Параметрический канал	
		1	2
1	Диапазон рабочих частот	0...10 кГц	0...10 кГц
2	Переключаемые фильтры	30 Гц/10 кГц	10 кГц
3	Коэффициент усиления	1, 10, 100 или 1000	1
4	Входное сопротивление	1 Мом	1 Мом
5	Диапазон измеряемых напряжений	± 10 В (двуполярн.)	± 10 В (однополярн.)
6	Разрядность АЦП	12 бит	16 бит
7	Частота выборки АЦП	10kSPS	10kSPS

26 Описание внешнего разъема параметрических каналов:

№ контакта	Назначение	Описание
1	+ Параметр #1, Вход	+ Дифференциальный вход +/- 10 В
2	- Параметр #1, Вход	- Дифференциальный вход +/- 10 В
3	Параметр #1, Земля	Аналоговая земля для внешних цепей
4	Параметр #1, Земля	Аналоговая земля для внешних цепей
5	Параметр #2, Земля	Аналоговая земля для внешних цепей
6	Параметр #2, Вход	Однополярный вход + или - 10В
7	Аналоговая земля	Аналоговая земля для внешних цепей
8	Выход программируемого напряжения	0 -10В ИП для внешних цепей
9	Не используется	Не используется
10	Не используется	Не используется
11	Цифровой Вход 1, Тест старт	0 - 3,3В TTL вход - активный высокий уровень
12	Цифровой Вход 2, триггер Стриминга	0 - 3,3В TTL вход - активный высокий уровень
13	Цифровой Вход 3, триггер Хитов	0 - 3,3В TTL вход - активный высокий уровень
14	Цифровой Вход 4, Запрет	0 - 3,3В TTL вход - активный низкий уровень
15	Цифровой Вход 5, Энкодер А	0 - 3,3В TTL вход
16	Цифровой Вход 6, Энкодер В	0 - 3,3В TTL вход
17	Цифровой Вход 7	0 - 3,3В TTL вход
18	Цифровой Вход 8	0 - 3,3В TTL вход
19	Цифровой выход 1 сигнала тревоги	0 - 3,3В TTL выход - активный высокий уровень
20	Цифровой выход 2, остановка тревоги	0 - 3,3В TTL выход - активный высокий уровень
21	Цифровой выход 3	0 - 3,3В TTL выход
22	Цифровой выход 4	0 - 3,3В TTL выход
23	Цифровой выход 5	0 - 3,3В TTL выход
24	Цифровой выход 6	0 - 3,3В TTL выход
25	Цифровой выход 7	0 - 3,3В TTL выход
26	Цифровой выход 8	0 - 3,3В TTL выход

27 В каждом канале программно устанавливаются временные параметры аппаратуры:

Параметр	Разрешение	Диапазон
-----------------	-------------------	-----------------

HDT - интервал контроля длительности АЭ-сигнала (Hit Definition Time)	1 мкс	40 мкс –65,5 мс
HLT - интервал контроля конца АЭ-сигнала (Hit Lockout Time)	1 мкс	40 мкс –65,5 мс
PDT - интервал контроля пика АЭ-сигнала (Peak Definition Time)	1 мкс	40 мкс –65,5 мс

28 Предел допустимой абсолютной погрешности измерения напряжения параметрических каналов составляет ± 30 мВ.

29 АЭ-система имеет световую и звуковую сигнализацию превышения установленного порога.

30 Системный блок АЭ-системы устойчив к воздействию температуры окружающего воздуха от $+10^{\circ}\text{C}$ до $+45^{\circ}\text{C}$, верхнее значение относительной влажности 90% при $+35^{\circ}\text{C}$ и более низких температурах без конденсации влаги. Может использоваться вне агрессивных сред.

31 Параметры питания АЭ-системы от сети однофазного переменного тока:

- Эффективное значение напряжения от 220В, (+5%, -10%).
- Частота переменного тока 48 - 62 Гц.
- При работе с АЭ-системой требуется заземление.

Структура системы

Основными элементами системы являются 8-канальные измерительные платы, к входам которых через кабельные линии подключаются акустические преобразователи с предварительными усилителями. В состав системы входит также встроенный компьютер и монитор. Первая плата имеет 8 параметрических входов для измерения таких дополнительных параметров, как температура, давление и т.д.

Платы подключены к высокопроизводительной PCI шине. В состав системы входят датчики (акустические пьезопреобразователи) со встроенными или внешними предварительными усилителями, устройства крепления датчиков на контролируемом объекте, коаксиальные кабельные линии для передачи АЭ сигналов от предварительных усилителей к системному блоку, другие аксессуары и специализированное программное обеспечение. Платы обеспечивают прием сигналов АЭ, предварительную обработку, измерение параметров сигналов, буферизацию данных и их передачу в центральный компьютер системы, который и производит дальнейшую обработку информации, ее представление в графическом виде для последующего анализа.

3.1.3 Дополнительные требования к системе

Средства измерения должны иметь сертификат утверждения типа средства измерения, свидетельство о первичной поверке (с остаточным сроком действия с даты поставки не менее 90% от общего срока действия), описание типа средства измерения, методику поверки.

Все оборудование должно быть новым, не бывшим в употреблении.

Все оборудование должно иметь гарантийные обязательства не менее 1 года с даты поставки, инструкцию пользователя на русском языке.

3.2 8-ми канальная плата обработки АЭ сигналов

Универсальная 8-канальная плата с цифровыми процессорами, регистрирующая параметры импульсов АЭ и их форму. Плата состоит из аналоговой и цифровой частей. На плате имеются выходы для подключения индикаторных светодиодов, выходы на звуковой монитор, и по 8 цифровых входов и выходов, использующихся для управления. Несколько таких плат в системном блоке могут быть объединены общей шиной PCI синхронизации для формирования единой измерительной системы.

Благодаря применению сигнального DSP-процессора плата имеет высокую производительность и незначительно загружает центральный процессор компьютера.

Входной импеданс каналов 50 Ом. На плате смонтированы 8 16-битных АЦП с 8-ю синхронными логическими интегральными схемами типа ASIC, регистрирующими как параметры сигналов АЭ, так и их форму.

Исключительная компактность и малое потребление энергии.

Данная плата является высокочастотной с полосой входных частот 1...400 кГц. Плата имеет опцию работы с записью непрерывного потока данных на диск через канал прямого доступа к памяти. В системе предусмотрена регистрация двух медленноменяющихся параметров, таких как деформация, давление, и др. Для удобства подключения подводящих кабелей к плате на ней установлены 8 компактных разъёмов типа SMB, вместо стандартных BNC, применяющихся на других платах.

Медленноменяющиеся параметры:

Среднеквадратичное значение (RMS)	Средний уровень сигнала (ASL)
Пороговое значение (при изменяющемся пороге)	Абсолютная энергия сигнала

3.2.1 Технические характеристики 8-ми канальной платы

Характеристика	Каналы акустической эмиссии
Число входных каналов АЭ	8
Входной импеданс (Ом)	50
Напряжение питания пред. усилителей	+28В
Полоса частот канала АЭ (кГц)	1-400
Фильтры высоких частот	1, 5, 20, 100
Фильтры низких частот (КГц)	50,100, 200, 400
Макс. амплитуда сигналов (дБ отн. 1 мкВ)	100
Тип АЦП	16 бит
Макс. частота отсчетов (Мега-отсчетов/сек)	3
Устанавливаемая частота отсчетов(отсчетов/сек)	100К, 200К,500К, 1М, 3М
Регистрация формы волны	стандартно
Максимальная длина выборки (отсчетов)	4К
Автоматический тест датчиков (AST)	имеется
Запись непрерывных сигналов	Есть
Число входных параметрических каналов/	2/16 бит

разрядность АЦП	
Частота выборки парам. каналов (отсчетов/сек)	10000
Интервал отсчетов парам. каналов	10 мсек - 60 сек
Диапазон изменения напряжения на входах параметрических каналов (В)	$\pm 10, \pm 1, \pm 0.1, \pm 0.01$
Потребляемая мощность (Вт)	10
Размеры платы (Д x В x Ш)	341 x 121 x 18

3.2.2 Структурная схема 8-ми канальной платы

Структурная схема платы приведена на рисунке 5. К входам 8-канальных измерительных плат через кабельные линии подключаются акустические преобразователи с предварительными усилителями. Плата имеет 8 параметрических входов для измерения таких дополнительных параметров, как температура, давление и т.д.

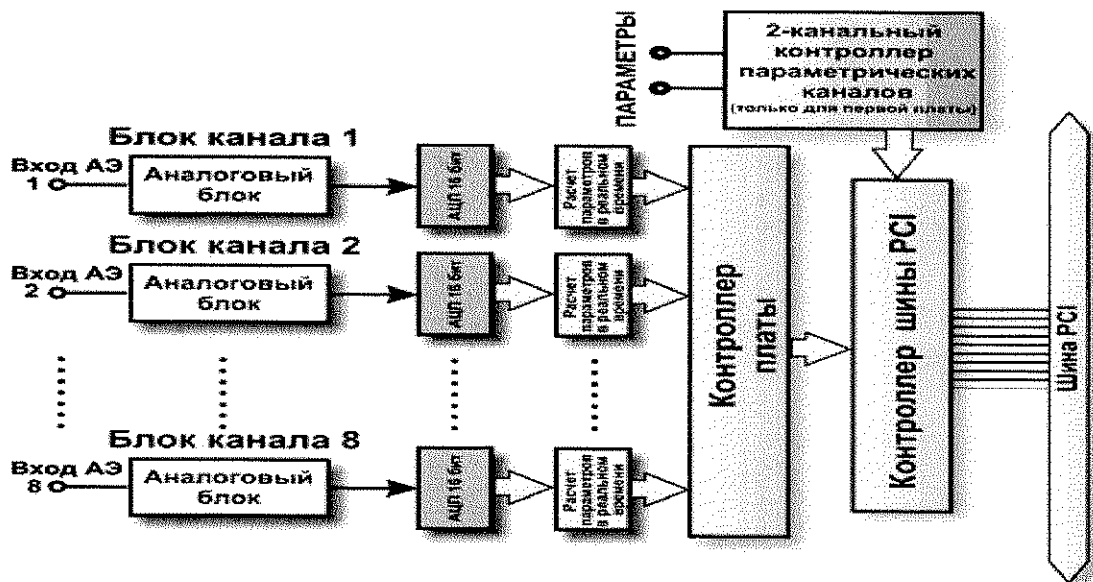


Рисунок 5. Структурная схема 8-канальной платы.

3.3 Программное обеспечение на 8 каналов (зонная и линейная АЭ локация)

3.3.1 Общее описание

Это пакет сбора и обработки сигналов АЭ в реальном времени.

Основано на идеологии 32-битной шины PCI и 32-битного программного обеспечения в операционных системах WINDOWS XP и WINDOWS 7. Используются все возможности ОС Windows, включая печать, графику, работу в сети, многозадачность, и пр. Возможность синхронизации работы многоканальных систем при использовании различных алгоритмов локации и регистрации форм сигналов АЭ.

3.3.2 Основные характеристики ПО

- Сбор данных, измерение параметров импульсов АЭ с одновременной регистрацией форм волн; их воспроизведение. Возможен запуск нескольких сессий (т.е. одновременный

сбор данных и их обработка). Имеется синхронный режим записи волновых форм (многоканальный осциллограф), при котором происходит регистрация только форм сигналов АЭ, с возможностью последующего объединения в события АЭ и подробного исследования.

- Задание множества типов графиков, включая двумерные, трехмерные (с возможностью вращения их для лучшего просмотра), линейные и точечные графики, гистограммы, возможность отображать несколько зависимостей на одном графике, графики форм волн, частотных спектров сигналов и многие другие возможности.
- Отображение необходимого кол-ва графиков на одной странице. Создание множества страниц, на которых графики сгруппированы по сходным признакам, определенным пользователем.
- Графическое увеличение, кадрирование, прокрутка графиков, отсчет физических координат по курсору.
- Связь событий АЭ с образующими события импульсами на различных графиках. Возможность просмотра форм волн в событиях (при регистрации форм сигналов).
- Имеются разнообразные режимы локации источников АЭ (зонная, линейная, локация на плоскости, цилиндре, конусе и сфере, локация днища резервуара, трехмерная (объемная) локация). Все алгоритмы локации, кроме зонной и линейной, используют высокоточный принцип нелинейной регрессии и таблицы затухания АЭ сигналов в объекте для оценки амплитуды в источнике. Расположение датчиков может задаваться автоматически или вручную произвольным образом.
- Введён принцип «структурной» установки локации, когда пользователь выбирает структуру объекта для визуализации и расстановки датчиков АЭ. Возможности выбора следующие: плоскость, цилиндрический объект для двумерной локации, локация на сфере, конусе, локация днища резервуара, и трехмерная объёмная локация. Датчики размещаются на структуре пользователем, при этом он может также задать отображение на ней сварных швов и патрубков.
- Имеется возможность установки тревог и предупреждений при превышении различными параметрами АЭ порогов, заданных пользователем, в том числе тревоги при определении шума течи, образования трещины, и др.

3.3.3 Служебные модули

В пакет ПО входит большое число служебных программ, служащих для преобразования и фильтрации файлов данных АЭ, статистических оценок данных в файлах, а также для дополнительных расчётов и обработки.

3.4 Электронный ключ для ПО с лицензией для сбора данных

Электронный ключ для ПО с лицензией для сбора и обработки данных.

3.5 Консультативный курс по обучению работе с системой не менее 2-х дней

Покупателю, конечному пользователю предоставляется консультативный курс по обучению работе с системой не менее 2-х дней в г.Москва.

3.6 Комплект сопроводительной документации

Комплект сопроводительной документации должен включать: сертификат утверждения типа средства измерения, свидетельство о первичной поверке (с остаточным сроком действия с даты поставки не менее 90% от общего срока действия), описание типа средства измерения, методику поверки, инструкцию пользователя на русском языке (в том числе на ПО).

4 Место и условия поставки

DDP, г.Москва, 107140, ул.Малая Красносельская, д.2/8

5 Сроки поставки товара

Универсальная измерительная система обработки АЭ сигналов типа SAMOS-8 – не позднее 15.12.2012г.;

Измерительная система акустического контроля течей типа ALMS – не позднее 28.02.2013г.

Начальник отдела 412

А.В. Любчев



09.10.12г.

Начальник лаборатории отдела 412

А.Л. Матвеев

